IL LIBRO BIANCO SULLA TELEVISIONE DIGITALE TERRESTRE

VISIT…

indice del volume

SINTESI p.170

REQUISITI DEL SERVIZIO
DI TELEVISIONE DIGITALE TERRESTRE p.170

1.1 FUNZIONI, APPLICAZIONI, SERVIZI p.170

1.1.1 EPG e Navigatore p.170
1.1.1.1 Benefici p.170
1.1.1.2 Costi p.170
1.1.2 Super TELETEXT p.170
1.1.2.1 Benefici p.170
1.1.2.2 Costi p.170
1.1.3 Sottotitoli p.170
1.1.3.1 Benefici p.170
1.1.3.2 Costi p.170
1.1.4 Aspetto dell'immagine (16:9 ; 4:3) p.170
1.1.4.1 Benefici p.170
1.1.4.2 Costi p.170
1.1.5 Audio p.170
1.1.5.1 Servizi multilingu p.170
1.1.5.2 Programmi multicanale (surround) p.170
1.1.5.3 Home Theatre p.170
1.1.5.4 Benefici p.170
1.1.5.5 Costi p.170
1.1.6 Servizi interattivi
senza canale di ritorno p.170
1.1.6.1 Benefici p.170
1.1.6.2 Costi p.170
1.1.7 Servizi interattivi p.170
con canale di ritorno. p.170
1.1.7.1 Benefici p.170
1.1.7.2 Costi p.170

PIANIFICAZIONE
DELLA RETE DI DIFFUSIONE p.170

2.1.1 Parametri tecnici p.170
2.1.2 Modello nazionale per la previsione
di campo elettromagnetico p.170
2.1.3 Metodologia di pianificazione,
scenari, tipologie di servizio e
di rete. Principali risultati p.170

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI p.170

2.2.1 Modo operativo p.170
2.2.1.1 Modulazione/codifica di canale p.170
2.2.1.2 Numero portanti
e intervallo di guardia (Tg) p.170
2.2.2 Tipologia di ricezione p.170
2.2.3 Tipo Antenna p.170
2.2.3.1 Perdita di feeder p.170
2.2.4 Tipologia di rete p.170
2.2.5 Prestazioni in presenza
di rumore gaussiano p.170
2.2.5.1 C/N richiesto p.170
2.2.5.2 Margine di implementazione p.170
2.2.5.3 Cifra di rumore del tuner p.170
2.2.6 Rapporti di protezione
dalle interferenze co-canale p.170
2.2.6.1 DVB-T interferito da DVB-T p.170
2.2.6.2 DVB-T interferito da TV analogica p.170
2.2.6.3 TV analogica interferita da DVB-T p.170
2.2.7 Probabilità di copertura
e fattore di correzione delle località p.170
2.2.7.1 Fattore di correzione
delle località e della propagazione p.170
2.2.7.2 Metodi statistici approssimati
di composizione dei campi. p.170
2.2.8 Percentuale di tempo interferenze p.170
2.2.9 Pianificazione SFN p.170
2.2.9.1 Scelta finestra temporale
nel ricevitore p.170
2.2.10 Esempi di modi operativi
per l'analisi di copertura p.170
2.2.10.1 Ricezione fissa, rete SFN e MFN
(alta priorità) p.170
2.2.10.2 Rete MFN p.170
2.2.10.3 Rete SFN p.170
2.2.10.4 Ricezione portatile indoor, rete MFN p.170
2.2.10.5 Ricezione mobile, rete MFN p.170

MODELLO NAZIONALE
DI PREVISIONE DI CAMPO p.170

2.3.1 Definizione di "Modello nazionale" p.170
2.3.2 Limiti del Modello nazionale p.170
2.3.3 Coordinamento internazionale p.170
2.3.4 Definizione dei parametri
di propagazione p.170
2.3.5 Caratterizzazione del segnale utile p.170
2.3.6 Caratterizzazione
del segnale interferente p.170
2.3.7 Database geo-morfologico
2.3.8 Algoritmo di calcolo
dell'attenuazione. Finalità p.170
2.3.8.1 Flusso dell'algoritmo. p.170
2.3.9 Rettificazione del profilo terrestre p.170
2.3.10 Calcolo dell'attenuazione
da diffrazione p.170
2.3.11 Interpolazione dei valori
del data-base geo-morfologico p.170

SCENARI DI PIANIFICAZIONE p.170

2.4.1 Introduzione p.170
2.4.2 Parametri tecnici p.170
2.4.2.1 Condizioni di ricezione p.170
2.4.2.2 Qualità del servizio p.170
2.4.2.3 Finestra di guardia del ricevitore p.170
2.4.2.4 Previsione di campo
elettromagnetico e modello
digitale del territorio p.170
2.4.3 Metodologia di pianificazione p.170
2.4.4 Scenari esaminati p.170
2.4.5 Risultati p.170

PIANO DIGITALE A REGIME p.170

2.5.1 Determinazione del numero
di programmi nazionali e locali p.170
2.5.1.1 Scenario SFN + MFN a 4 frequenze p.170
2.5.1.2 Scenario SFN + 2-SFN p.170

2.5.1.3 Scenario SFN + 3-SFN p.170
2.5.1.4 Utilizzo dei 4 canali resi disponibili dal Piano Analogico p.170

ARCHITETTURA E COMPONENTI DI COSTI DELLA RETE DTT IN ITALIA p.170

ARCHITETTURA DELLA RETE DTT ITALIANA p.170

3.1.1 Elementi regolamentari
3.1.2 Il modello di architettura di rete p.170
3.1.2.1 Il playout p.170
3.1.2.2 La rete di distribuzione p.170
3.1.2.3 Note sulle reti di diffusione p.170
3.1.2.4 Le reti SFN p.170
3.1.2.5 Le reti MFN p.170
3.2 ?????????? p.170
3.2.1 Introduzione p.170
3.2.2 Le tipologie di impianto p.170
3.2.3 Gli impianti centralizzati p.170
3.2.4 Conclusioni p.170

IL TERMINALE D'UTENTE E L'INTERATTIVITÀ p.170

COMPONENTI DI COSTO p.170

3.4.1 Premessa
3.4.2 Costi di apparecchiature e impianti professionali p.170
3.4.3 Costo degli impianti di utente p.170 p.170

CONSIDERAZIONE SULLO STANDARD DEL RICEVITORE-DECODIFICATORE INTEGRATO PER LA FRUIZIONE DEI SERVIZI DI TELEVISIONE DIGITALE p.170

IL CONCETTO DI DECODER UNICO p.170

4.1.1 Il caso spagnolo p.170

ITALIA: SIMULCRYPT O MULTICRYPT p.170

4.2.1 La regolamentazione della fornitura di sistemi e servizi di accesso condizionato e della piattaforma multimediale domestica in Europa p.170
4.2.2 Un sistema di normativa a due livelli p.170

ANALISI DEI COSTI DEL RICEVITORE DIGITALE p.170

GLI SCENARI OPERATIVI PER L'AVVIO E LO SVILUPPO DELLA TELEVISIONE DIGITALE p.170

IL PIANO DIGITALE: MODELLI DI RETE E NUMERO DI PROGRAMMI DIGITALI p.170

5.1.1 Modelli di rete p.170
5.1.2 Numero di programmi digitali p.170

GLI SCENARI DI TRANSIZIONE

5.2.1 Scenario A: liberazione dei canali previsti dal PNAF. p.170
5.2.2 Scenario B: trasformazione progressiva dei canali analogici in canali digitali. p.170

CONCLUSIONI p.170

Fase di transizione p.170
Situazione a regime p.170
Glossario

APPENDICE 1. LO SVILUPPO DELLA DTT IN EUROPA E NEL MONDO p.170

APPENDICE 2. QUALITA' DEL SERVIZIO E AMPIEZZA IN COPERTURA NEGLI SCENARI DI PIANO: TABELLE NUMERICHE p.170

APPENDICE 3. ANALISI TECNICO ECONOMICA DEL RICEVITORE-DECODIFICATORE INTEGRATO (IRD) DIGITALE p.170

APPENDICE 4 SCENARI DI TRANSIZIONE AL DIGITALE p.170

APPENDICE 5 LISTA PARTECIPANTI p.170

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1 Guadagni d'antenna per ricezione fissa
Tabella 2-2 Guadagni d'antenna per ricezione portatile e mobile
Tabella 2-3 Perdita di feeder per ricezione fissa
Tabella 2-4 C/N richiesto per avere BER = 2E-4 dopo Viterbi
Tabella 2-5 Rapporti di protezione co-canale, DVB-Tinterferito DVB-T
Tabella 2-6 Rapporti di Protezione co-canale. DVB-Tinterferito PAL
Tabella 2-7 Rapporti di Protezione: PAL interferito DVB-T
Tabella 2-8 Fattore di correzione delle località
Tabella 2-9 Scenari di rete esaminati nelle simulazioni di copertura digitale per ricezione "fissa", modulazione 64 QAM, 8K portanti, FEC=2/3, Tg=Tu/4 (SFN) e Tg=Tu/32 (MFN), antenna direttiva a 10 m (s.l.m), con discriminazione d'antenna e di polarizzazione.
Tabella 3-1 Costi attuali di apparati professionali -(Valori in EURO)
Tabella 3-2 Costo del Playout nazionale per reti SFN (Valori in Euro)
Tabella 3-3 Stima dei costi per famiglia dei sistemi riceventi

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3-3-1 Macromodello di riferimento
Figura 3-2 Schema generale del playout
Figura 3-3 Modello del sistema di diffusione con rete SFN
Figura 3-4 Modello del sistema per la diffusione con reti MFN

Sintesi

INTRODUZIONE

La trasmissione digitale costituisce una tappa di capitale importanza nello sviluppo tecnologico dei sistemi televisivi. Essa rappresenta il passaggio essenziale verso la convergenza di informatica e telecomunicazioni e consente di trasformare l'apparecchio televisivo in una piattaforma per lo sviluppo dei servizi interattivi, che si aggiungono così alla funzione tradizionale di diffusione circolare dei segnali. All'origine delle attività europee in questo campo c'è il progetto Digital Video Broadcasting (DVB) promosso dalla Commissione europea allo scopo di definire standard comuni. Il progetto, cui hanno partecipato 170 società coinvolte nei diversi settori dell'industria televisiva, ha raggiunto l'obiettivo di stabilire un unico standard condiviso su scala europea per le trasmissioni televisive digitali via satellite (DVB-S), via cavo (DVB-C) e via terra (DVB-T). Questi standard sono stati ora adottati anche dal Giappone e da altri paesi non europei.

I vantaggi dello standard digitale si riassumono in tre principali ordini di fattori:

• **il potenziamento del servizio televisivo in termini di quantità e di qualità**. A parità di frequenze utilizzate per le reti televisive analogiche, il numero dei programmi digitali irradiabili potrebbe quadruplicarsi o quintuplicarsi. La trasmissione digitale offre una migliore qualità delle immagini e dei suoni e permette di utilizzare schermi televisivi di grande formato (dagli schermi 16:9 a quelli piatti a grandi dimensioni). Inoltre il broadcaster può usare le risorse di trasmissione con maggior flessibilità: in una determinata area di copertura può ridurre il numero di programmi trasmessi, privilegiando una migliore qualità delle immagini, da diffondere eventualmente anche in alta definizione.

• **l'offerta di una serie di servizi aggiuntivi di tipo interattivo** accessibili tramite il televisore. L'adattatore digitale (detto in seguito: set-top-box) da applicare al normale televisore, o il televisore digitale integrato nelle versioni più evolute, hanno capacità di memoria e di elaborazione tali da trattare e immagazzinare le informazioni: l'utente le può acquisire in forma interattiva semplicemente collegando l'apparecchio alla linea telefonica domestica. Ciò significa che anche nelle case prive di personal computer sarà possibile accedere all'insieme dei servizi associati a Internet. Attraverso il televisore i servizi interattivi potranno essere utilizzati da soli o abbinati alle trasmissioni televisive per arricchire i programmi di informazione a richiesta.

• **la progressiva sostituzione degli attuali mezzi analogici** di produzione, trasmissione e ricezione televisiva con una nuova generazione di mezzi digitali. Sul fronte della produzione dei contenuti televisivi il processo di sostituzione è in corso già da qualche tempo. Sul fronte degli apparati e delle reti di trasmissione i mezzi satellitari si sono aggiornati con grande rapidità per diventare oggi il supporto più usato per la televisione digitale. È lecito supporre che nell'arco dei

prossimi 10-15 anni, nella maggiorparte dei paesi europei, le reti di trasmissione televisiva, via terra, via cavo o via satellite, saranno completamente digitali.

La televisione digitale può essere trasmessa via satellite, via cavo e via etere terrestre. Ciascun supporto ha caratteri propri che si riflettono in specifici vantaggi e limiti. La diffusione analogica televisiva terrestre assicura da tempo in Europa una **copertura capillare del territorio**, essendo disponibile nella quasi totalità (oltre il 95%) delle abitazioni tramite antenne poco costose e semplici da installare. Essa presenta quindi potenzialità superiori rispetto a quelle offerte dalla televisione via cavo e via satellite e rappresenta la soluzione ottimale per chi voglia diffondere programmi in un numero elevato di famiglie e voglia perseguire, anche con il digitale, quegli obiettivi di servizio universale che da sempre in Europa hanno caratterizzato l'attività televisiva.

Le reti terrestri presentano tuttavia altri vantaggi essenziali, quali:

• **la portabilità** del servizio, la possibilità cioè, di ricevere i programmi ovunque, grazie a un'antenna mobile, senza predisporre punti di allacciamento alla rete in ognuno dei luoghi deputati, anche temporaneamente, al consumo televisivo.
• **la regionalità.** Il territorio regionale è troppo esteso per essere coperto capillarmente da una rete di trasmissione via cavo a costi non elevati, laddove il satellite ha una copertura geografica molto ampia, non circoscrivibile su scala regionale.

Sotto il profilo strettamente economico le trasmissioni digitali terrestri rappresentano una risorsa per lo Stato, i consumatori e l'industria dei prodotti elettronici di largo consumo.
Nel decidere il passaggio alle trasmissioni digitali terrestri il Governo genera effetti economici di lungo termine. Vengono infatti poste le condizioni per un uso più efficiente dello spettro hertziano, con la liberazione di una parte delle frequenze da destinare, secondo le scelte, a ulteriori canali televisivi terrestri, ad altri servizi diffusivi (data broadcasting) o di telecomunicazione (servizi interattivi mobili) o da ripartire tra le diverse funzioni.
I vantaggi del digitale terrestre, tuttavia, sono innegabili anche per i consumatori e l'industria. I consumatori non solo disporranno, sul televisore domestico e senza significativi aggravi di spesa, di una assai più ampia gamma di programmi fra i quali scegliere, ma potranno anche compiere da casa operazioni che oggi richiedono l'utilizzo del computer o implicano spostamenti in luoghi specifici (e-commerce, home banking, persino adempimenti amministrativi). Per le attività svolte attraverso i servizi interattivi che passano per il televisore, vi sarà dunque una drastica riduzione dei costi di transazione (home banking, e-finance) e di informazione (e-commerce).
Per l'industria elettronica di largo consumo si apriranno ottime prospettive, determinate

Sintesi

dal necessario rinnovo degli apparecchi televisivi e dalla maggiore produzione di set-top-box.
In una fase transitoria, i consumatori che non vorranno sostituire il proprio apparecchio dovranno aggiungere al televisore tradizionale una "scatola" esterna, il set-top box, in grado di convertire i segnali analogici in segnali digitali. La tecnologia contenuta in tali apparati, la cui produzione già in alcuni Paesi ha dato vita a un autonomo e fiorente segmento produttivo, può essere può o meno complessa: in alcuni casi i set-top-box possono convertire i segnali trasmessi da una sola piattaforma di trasmissione, in altri sono compatibili con due o più piattaforme, in altri ancora possono fornire l'accesso non solo ai canali televisivi digitali, ma anche a vari servizi di tipo interattivo. Questa evoluzione è particolarmente rilevante per l'industria italiana che, nell'ultimo quindicennio, ha vissuto una fase di progressivo declino.
In futuro le componenti elettroniche necessarie a ricevere le trasmissioni digitali saranno incorporate nel televisore che diventerà in tal modo un apparato integrato per la ricezione di servizi digitali domestici. Già oggi si registra un aumento nella produzione di televisori digitali con funzioni interattive e una netta diminuazione dei prezzi.

I vantaggi di sistema derivanti dalla rapida adozione della televisione digitale terrestre sono dunque:

- l'uso efficiente delle risorse frequenziali destinate alla diffusione terrestre;
- un'offerta di programmi e servizi più ampia e meglio rispondente alle richieste del pubblico;
- un incremento dei consumi e degli introiti dell'industria produttrice (in ambito software e hardware);
- l'accelerazione alla diffusione, presso il grande pubblico, dell'uso di Internet e dei servizi interattivi sofisticati;
- un impulso all'adozione di nuove tecnologie e relativi guadagni di posizione nella competizione internazionale.

ISTITUZIONE E ORGANIZZAZIONE DEL COMITATO PER LO SVILUPPO DEI SISTEMI DIGITALI

Il presente Libro Bianco costituisce il resoconto dell'attività del Comitato per lo sviluppo dei sistemi digitali, istituito con delibera n. 77/98 del 25 novembre 1998 del Consiglio dell'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni, allo scopo di definire obiettivi, condizioni e modalità di sviluppo in Italia della tecnologia digitale nel campo della radiofonia, della televisione e della multimedialità. La creazione del Comitato si inscrive nel quadro di una più ampia attività di studio, promozione, sviluppo e integrazione delle comunicazioni e dei servizi multimediali, demandata all'Autorità dalla legge istitutiva, la n. 249 del 31 luglio 1997.
Il Libro Bianco vuol essere punto di partenza di una verifica e di un approfondimento - condotti nel rispetto delle esigenze e dell'esperienza specifica delle parti interessate - volti

a individuare le migliori soluzioni legislative, tecniche e commerciali per il successo del digitale in Italia.
Ai lavori del Comitato, presieduto dal Presidente dell'Autorità Enzo Cheli, hanno partecipato i Commissari dell'Autorità Mario Lari, in qualità di vice Presidente operativo, Antonio Pilati, Silvio Traversa, tre rappresentanti del Ministero delle Comunicazioni, di cui uno dell'Istituto superiore delle comunicazioni e delle tecnologie dell'informazione e le imprese, diverse associazioni di categoria e alcuni istituti di ricerca attivi nel settore delle comunicazioni.
Il Comitato ha suddiviso la propria attività in quattro aree di studio, assegnate ad altrettanti gruppi di lavoro.

Al Gruppo di studio A è stato assegnato il compito di definire gli standard di qualità dei programmi televisivi trasmessi, il numero dei canali audio associati al video e le risorse necessarie per lo sviluppo della convergenza e della multimedialità.
Il Gruppo di studio B è stato incaricato di definire la struttura e il numero delle reti VHF e UHF e il numero di programmi irradiabili.
Il Gruppo di studio C ha avuto il duplice compito di definire lo standard del decoder e i relativi costi e di analizzare le problematiche industriali relative agli impianti trasmittenti, di collegamento e di multiplexaggio.
Al Gruppo di studio D è stato assegnato l'incarico di formulare proposte operative, di indicare modalità e costi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale terrestre.
Il Gruppo di studio E, infine, è stato istituito al fine di coordinare e armonizzare i risultati dei gruppi A, B, C,D. art 2 comma 9 .
La prima riunione del Comitato per lo sviluppo dei sistemi digitali si è tenuta il 22 febbraio 1999; il Comitato ha chiuso i propri lavori il 18 Maggio 2000.

ANALISI RELATIVA ALL'INTRODUZIONE E ALLO SVILUPPO DELLA TELEVISIONE DIGITALE TERRESTRE IN ITALIA

Nelle pagine che seguono sono esposti in sintesi i risultati conseguiti dal Comitato per lo sviluppo dei sistemi digitali attraverso i vari Gruppi di studio.
Obiettivo di tali pagine è quello di sottolineare gli aspetti che potranno maggiormente caratterizzare il processo di digitalizzazione del sistema televisivo italiano e i problemi che ne potranno derivare. Per descrizioni e considerazioni più approfondite si rimanda ai capitoli successivi. Si sottolinea comunque che i diversi scenari prospettati hanno valore essenzialmente ricognitivo e solo in parte propositivo. Infatti, la competenza delle scelte e degli indirizzi generali da adottare in questo campo è, in primo luogo, del Parlamento e del Governo.

Servizi e applicazioni

Gli standard digitali, sviluppati in seno al Consorzio europeo DVB e ratificati dall'ETSI (European Telecommunications Standard Institute), offrono nuove opportunità

Sintesi

per i fornitori dei servizi, i gestori di rete e l'industria del settore, in un mercato caratterizzato dalla convergenza fra radiodiffusione, telecomunicazioni e information technology. Gli standard DVB forniscono la soluzione globale alla domanda crescente di nuovi servizi generalisti e tematici, free-to-air e a pagamento, multimediali e interattivi e consentono un sensibile miglioramento della qualità del servizio.

I nuovi servizi resi disponibili possono essere suddivisi in tre classi:

- **enhanced broadcasting;**
- **televisione interattiva;**
- **accesso a Internet.**

L'enhanced broadcasting si caratterizza per:

- il formato delle immagini in 16:9 (HDTV – High Definition Television), particolarmente adatto alla visione di film ed eventi sportivi;
- l'audio con qualità CD (Compact Disk) e la possibilità di avere più canali audio per un programma multilingue;
- l'EPG (Electronic Programme Guide), in grado di fornire informazioni sulla programmazione aggiornate in tempo reale.
- il super-Teletext, che può fornire contenuti graficamente arricchiti, immagini, ipertesti, clip audio e video, ecc.

La televisione interattiva consente una "interattività locale" e una "interattività con canale di ritorno".

L'**interattività locale** consiste nella trasmissione ciclica di contenuti (data carousel) che vengono memorizzati nel ricevitore e utilizzati successivamente da parte dell'utente.

L'**interattività con canale di ritorno** risulta fondamentale per promuovere lo sviluppo di nuovi servizi di specifico interesse per il singolo utente. Ne sono un esempio la pay-tv e la pay per view, l'acquisto di prodotti e di servizi tramite televisore e così via.

L'accesso ad Internet tramite televisore offre all'utente tutte le potenzialità offerte da un personal computer. Il ricevitore-decodificatore integrato diventerà nel tempo un terminale d'utente multimediale e rappresenterà uno degli elementi propulsivi della cosiddetta "nuova economia".

Grazie alle sue molteplici potenzialità, la televisione digitale terrestre (T-DVB), lanciata in Gran Bretagna nell'autunno 1998 ed attualmente in fase pre-operativa in Svezia e in Spagna, è destinata a diventare, nel medio e lungo termine, la forza trainante di un mercato di massa di portata europea, in grado di soddisfare le richieste d'accesso, da parte degli utenti, sia ai servizi informativi di base sia ai servizi promossi dal mercato della comunicazione. Punti di forza della nuova televisione saranno infatti la facilità e l'economicità di ricezione e l'"universalità" del servizio offerto, prevalentemente rivolto al grande pubblico. Essa potrà inoltre integrare e completare l'offerta dei canali satellitari e via cavo e rispondere alle esigenze dei servizi nazionali e locali.

La capacità trasmissiva di una rete DVB-T consente un sostanziale aumento dell'offer-

ta: da 4 a 5 programmi digitali al posto di un programma analogico, a seconda della configurazione adottata nel servizio operativo. Il miglioramento sostanziale della qualità di ricezione con apparati portatili e la possibilità di servire anche l'utenza mobile rappresentano altri fattori premianti. Inoltre, a differenza di quanto accade per la televisione digitale via satellite o via cavo, la ricezione dei servizi DVB-T è compatibile con gli attuali sistemi di ricezione condominiali a costi marginali per l'utente.

MODELLI DI RETE E NUMERO DEI PROGRAMMI IRRADIABILI

Modelli di rete

La tipologia e la struttura delle reti digitali terrestri sono state studiate tenendo conto della necessità di localizzare gli impianti in siti comuni che dovranno essere di norma coincidenti con quelli individuati dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze per la radiodiffusione terrestre della televisione analogica (PNAF). I vari tipi di reti devono rispondere alle esigenze dei diversi tipi di servizio, nazionale o locale, cui sono destinate, definendo le soluzioni ottimali in termini di uso efficiente dello spettro e di territorio e popolazione serviti e tenendo presente le esigenze di tutto il sistema radiotelevisivo nella sua complessa articolazione e nel suo prevedibile sviluppo, soprattutto sotto il profilo dell'offerta di nuovi servizi. Per questo motivo il Comitato non si è limitato a esaminare il cosiddetto "scenario di piano" che fa riferimento al PNAF, ma ha considerato anche altre ipotesi meno "ortodosse" allo scopo di confrontare i risultati. Nelle pagine che seguono si fa riferimento allo "scenario di piano" che meglio risponde ai criteri di pianificazione stabiliti nella legge 249/97. In particolare siti, potenze e diagrammi di antenna sono gli stessi inseriti nel PNAF.

La tecnologia digitale consente di pianificare reti che utilizzano la stessa frequenza per tutti gli impianti trasmittenti che le compongono (reti SFN – Single Frequency Network) e reti che richiedono, invece, più frequenze, diverse l'una dall'altra, per la loro realizzazione (reti MFN – Multiple Frequency Network). Le analisi condotte hanno messo in evidenza la possibilità di realizzare reti miste MFN-SFN (reti k-SFN), ossia reti MFN estese localmente con reti SFN costituite da pochi impianti, che permettono di servire una maggiore porzione di territorio e di popolazione, con un incremento limitato del numero degli impianti.

Le reti per il servizio nazionale e locale sono pertanto:

- **reti SFN**
- **reti MFN**
- **reti k-SFN**

Tali reti si distinguono anche per la capacità di trasmissione, minore per le reti SFN rispetto alle reti MFN. Ciò comporta che le re-

Sintesi

ti SFN possono, rispetto alle reti MFN, trasmettere un minore numero di programmi o lo stesso numero di programmi, ma di peggiore qualità.
Si deve poi considerare che le reti pianificate a livello nazionale possono essere o meno decomponibili in reti a livello regionale, provinciale o sub-provinciale, laddove per reti sub-provinciali si intendono quelle reti che servono parzialmente il territorio di una provincia (coincidente, al limite, con l'area servita da un solo trasmettitore). Poiché su ogni rete possono essere trasmessi più programmi e servizi (almeno 4 programmi oltre ai servizi), le reti pianificate a livello nazionale non decomponibili sono rappresentate dalle reti SFN: per ragioni tecniche, infatti, il loro buon funzionamento richiede che i segnali trasmessi (programmi e altri servizi) da ogni singolo impianto siano gli stessi.

I modelli di rete individuabili nel contesto italiano sono dunque:

- reti pianificate a livello nazionale non decomponibili a livello regionale, provinciale, o sub-provinciale, coincidenti con il modello SFN;
- reti pianificate a livello nazionale decomponibili a livello regionale o pluriprovinciale, pianificabili con il sistema k-SFN, dove k rappresenta il numero delle frequenze utilizzate (nei casi esaminati 2 o 3 frequenze);

a) reti pianificate a livello nazionale decomponibili a livello regionale, provinciale e sub-provinciale, corrispondenti alle reti MFN per le quali il numero delle frequenze da utilizzare è risultato pari a 4.
L'espressione "reti pianificate a livello nazionale" non fa riferimento all'emittenza a carattere nazionale, bensì a una modalità di pianificazione degli impianti da utilizzare sia per l'emittenza nazionale sia per l'emittenza locale.

Numero dei programmi irradiabili

Come è noto, i criteri dettati dalla normativa vigente per la pianificazione delle frequenze prevedono:

- l'equivalenza, nei limiti delle compatibilità tecniche e in termini di copertura del territorio, di tutte le emittenti in ambito nazionale e locale;
- la riserva di 1/3 dei canali in favore dell'emittenza locale.

Sulla base dei criteri enunciati e tenendo presenti le caratteristiche tecniche specifiche di ciascun modello di rete, sono stati elaborati alcuni esempi al fine di determinare il numero di programmi digitali che possono rendersi disponibili a livello nazionale e locale sulla base delle seguenti ipotesi:
- le reti considerate sono tutte quelle pianificate a livello nazionale, siano esse decomponibili in reti locali o meno;
- le reti locali risultano dalla suddivisione delle reti pianificate a livello nazionale decomponibili in reti regionali o provinciali o sub-provinciali;

• il numero di programmi per rete è pari a 4 (supponendo che tale sia la capacità del multiplex);

Negli esempi di calcolo del numero dei programmi non vengono considerate le reti provinciali e sub-provinciali.

I risultati degli esempi di cui si è detto si riferiscono alla “situazione a regime”, cioè al momento in cui il sistema televisivo è interamente digitale. In tale situazione si può ipotizzare, a solo titolo di esempio teorico e con le necessarie riserve, che tutte le 55 frequenze assegnate alla radiodiffusione televisiva siano dedicate alla radiodiffusione digitale. Come esempi estremi di scarsa o nessuna rilevanza pratica, si è immaginato di:

• utilizzare le 55 frequenze disponibili per la realizzazione di reti SFN pianificate a livello nazionale (non decomponibili in reti locali);

• utilizzare le 55 frequenze disponibili per la realizzazione del maggior numero tecnicamente possibile di reti MFN pianificate a livello nazionale (decomponibili in reti locali).

Nel caso a) le reti a copertura nazionale realizzabili sono 55 per un totale di 55 multiplex e di 220 programmi nazionali.

Nel caso b) sono possibili 13 reti nazionali MFN per un totale di 13 multiplex e 52 programmi nazionali. Inoltre, con le 3 frequenze residue non utilizzabili per un’ulteriore rete MFN (ne sarebbero necessarie 4) si può ipotizzare di realizzare 3 reti nazionali SFN a copertura nazionale per un totale di 3 multiplex e 12 programmi nazionali.

Altre soluzioni in grado di rispondere alle esigenze di uso efficiente dello spettro e di massimizzazione del numero dei programmi, nel rispetto dei criteri di ripartizione tra emittenti nazionali e locali, sono date dai due seguenti esempi di combinazione di modelli di rete:

• la combinazione di reti nazionali SFN e MFN. Essa consente la realizzazione di 19 reti nazionali SFN e 9 reti nazionali MFN. I programmi irradiabili per ogni bacino regionale o provinciale, risultano pari a 112, di cui 76 assegnabili all’emittenza nazionale e 36 all’emittenza locale.

• la combinazione di reti nazionali SFN e 3-SFN. Le reti nazionali realizzabili sono 33, di cui 22 di tipo SFN e 11 di tipo MFN. I programmi irradiabili per ogni bacino regionale sono 132, di cui 88 riservati all’emittenza nazionale e 44 assegnabili all’emittenza locale.

Nella tabella seguente si riassumono i risultati degli esempi considerati.

TIPO DIRETE	N. multiplex (reti SFN)	N. multiplex (reti MFN o k-SFN)	N. programmi ricevibili in ciascuna re		
			programmi nazionali (a)	programmi regionali (b)	Totale programmi per regione (a+b)
RETI SFN	55	-	220	-	220
RETI MFN	3	13	40	24	64
RETI SFN + RETI MFN	19	9	76	36	112
RETI SFN + 3-SFN	22	11	88	44	132

Sintesi

Come si evince dalla tabella, la ripartizione dei programmi tra nazionali e locali risultante dagli esempi teorici descritti non è equilibrata, essendo eccessivamente alto il numero dei primi. Si potrebbe, quindi, pensare di variare opportunamente tale ripartizione in favore dell'emittenza locale. Se si considera il caso con modelli di rete SFN+MFN, per esempio, è ipotizzabile l'uso di 4 reti SFN in meno per realizzare una rete MFN in più. In questo caso si avrebbero per ciascuna regione 60 programmi nazionali e 40 programmi regionali per un totale di 100 programmi.

Per chiarezza espositiva è bene sottolineare che gli esempi riportati si identificano con schemi che, per la loro rigidità, sono puramente teorici. Essi presuppongono infatti che tutte le reti nazionali siano del tipo SFN da assegnare ai concessionari che operano in ambito nazionale. Se tali concessionari intendessero fornire servizi (diversi dai programmi televisivi in chiaro, teletext incluso) anche a carattere locale, ciò potrebbe essere fatto solo con reti decomponibili localmente che utilizzano più di una frequenza. Inoltre non si è tenuto conto di altri aspetti, come le norme relative agli accordi sull'uso delle frequenze in zone di confine. Ne consegue che il numero complessivo di reti, multiplex e programmi può risultare inferiore a quello indicato negli esempi.
Da quanto esposto risulta evidente che l'elaborazione del piano digitale effettivo dovrà tener conto, oltre che degli aspetti tecnici, anche dell'offerta dei diversi servizi, nella prospettiva della "convergenza" ormai in atto nei sistemi di comunicazione. Il Piano, tra l'altro, dovrà essere inserito e armonizzato con il piano di Stoccolma, la cui revisione è prevista per il 2005.
La maggior parte delle associazioni delle emittenti locali non condivide l'ipotesi secondo la quale le emittenti a carattere nazionale possono offrire servizi differenziati in ambito locale. Si ritiene infatti che, anche per la trasmissione di servizi, debbano valere le stesse norme previste per i programmi televisivi e la pubblicità. La normativa di settore non prevede la possibilità per le reti nazionali private di effettuare trasmissioni differenziate a livello regionale, provinciale o subprovinciale, mentre prevede la possibilità di emissioni regionali differenziate per le reti della concessionaria pubblica nei limiti fissati dal contratto di servizio – art. 15, comma 15 della legge 223/90 -. In ogni caso è vietata la differenziazione delle trasmissioni pubblicitarie da parte delle reti nazionali, art. 8, comma 10 della legge 223/90.Tali norme sono finalizzate a garantire nei vari ambiti territoriali il ruolo riservato all'emittenza locale.

La maggior parte delle associazioni delle emittenti locali ritiene pertanto opportuno che i servizi offerti dalle reti nazionali debbano essere identici per l'intero territorio nazionale.
Il Comitato ricorda a tale proposito che la concessionaria pubblica, nei limiti previsti dal contratto di servizio, potrà trasmettere servizi differenziati anche in ambito regionale.

IL RICEVITORE-DECODIFICATORE INTEGRATO E I SISTEMI RICEVENTI DI UTENTE

Il ricevitore-decodificatore integrato

Per i ricevitori-decodificatori integrati il Comitato ha studiato alcune soluzioni tecniche e di regolamentazione in linea col dettato della legge (la n. 78 del 29 marzo 1999). Le raccomandazioni tecniche sono state formulate sulla base di un'analisi del "modello funzionale" del decoder e sulla base di previsioni sui costi di produzione e sui prezzi al consumatore dei decoder digitali. Gran parte delle considerazioni di seguito riportate sono state recepite dalla recente delibera 216/00 che l'Autorità per le garanzie nelle comunicazioni ha emanato il 5 aprile scorso, dopo aver ottenuto il parere positivo delle Commmissione europea e del Ministero delle comunicazioni.
Il modello funzionale del ricevitore-decodificatore e le considerazioni economiche sono esposte in dettaglio all'appendice 3 del Libro.

Il decoder unico

La possibilità per gli utenti di fruire del maggior numero di offerte di servizi di televisione numerica tramite un decoder unico si confronta con due realtà di mercato che presentano una dinamica differente:

- il mercato della televisione via satellite e via cavo che sperimenta un notevole incremento nella vendita dei decoder, grazie soprattutto a una ricca offerta di programmi in chiaro ed a pagamento;
- il mercato della televisione digitale terrestre, che farà il suo debutto commerciale in Italia non prima del prossimo anno.

Nella fase di avviamento del servizio, secondo il Comitato, è necessario prevedere una normativa il più possibile aperta, capace di favorire il servizio stesso senza ostacolare le molteplici possibilità offerte dalla rapida evoluzione tecnologica e in grado di dare stabilità al sistema.

Usufruire dei servizi di televisione digitale con un decoder unico può significare:
- ricevere con lo stesso decoder le offerte dei differenti operatori sia in chiaro sia criptate;
- ricevere con lo stesso decoder le offerte di televisione digitale (in chiaro e criptate) su differenti mezzi trasmissivi (cavo, satellite, terrestre).

La prima interpretazione è quella che al momento riveste maggior rilevanza commerciale, essendo l'offerta dei servizi di televisione digitale attualmente limitata al satellite o al cavo. Anche se ancora non sono disponibili moduli multistandard per ricevere con lo stesso decoder la televisione digitale terrestre, via cavo e via satellite, è lecito prevedere che il decoder terrestre, con l'aggiunta di opportuni moduli, sarà compatibile con la ricezione via satellite e/o via cavo. Si ritiene tuttavia, in considerazione dell'elevato costo e dell'attuale assenza sul mercato di questi moduli, che tale ricezione multistandard debba per ora rimane-

Sintesi

re opzionale.
La ricezione delle offerte dei differenti operatori di pay-tv dovrebbe, in un decoder unico ideale, essere possibile semplicemente tramite l'attivazione dell'apposita smart-card, in maniera del tutto simile a quanto accade nei servizi di telefonia mobile GSM (Global Standard for Mobile Telephony). Il principale ostacolo a questa modalità di funzionamento, alla base del sistema Eurocrypt, è costituito dal fatto che tutti i sistemi d'accesso condizionato oggi esistenti in Europa sono proprietari, e ciò essenzialmente in ragione del dilagare del fenomeno delle smart-card illecite. La sicurezza del sistema di criptaggio è d'altronde condizione essenziale per il successo commerciale di un operatore di televisione a pagamento. La normativa europea vigente fissa nell'algoritmo comune europeo il sistema obbligatorio di descrambling per tutti i ricevitori, ma lascia piena libertà ai fornitori di sistemi di accesso condizionato di elaborare algoritmi proprietari per la protezione delle chiavi di accesso. La stessa normativa tuttavia obbliga i depositari di algoritmi proprietari di accesso condizionato a fornire, su licenza, la tecnologia a condizioni eque e non discriminatorie.

I sistemi simulcrypt e multicrypt

Anche nel caso di decoder proprietario, dunque, la tecnologia deve essere accessibile a tutti coloro che ne facciano richiesta. Per consentire all'utente di abbonarsi alle offerte di differenti providers esistono attualmente due tecniche distinte, così come stabilite dal DVB:

SIMULCRYPT : nella sua forma più semplice consiste nel trasmettere la stessa offerta digitale criptata con differenti sistemi d'accesso condizionato. A differenza di quanto comunemente ritenuto, il simulcrypt non richiede un accordo fra operatori, ma un semplice accordo di licenza fra i fornitori dei sistemi d'accesso condizionato utilizzati e il broadcaster. Accordi più complessi possono avvenire per ragioni d'opportunità commerciale, (come ad esempio la condivisione della stessa smart-card che dà all'abbonato accesso a servizi differenti).

MULTICRYPT : consiste nell'avere nel decoder uno o più slot ad interfaccia comune in grado di ospitare un modulo d'accesso condizionato fornito da un altro provider. Il modello multicrypt è per il momento scarsamente applicato. Sul totale dei ricevitori circolanti in Europa, solo una minima parte ha uno slot d'interfaccia comune, mentre in Italia non sono disponibili sul mercato. Si potrebbe tuttavia valutare l'opportunità di inserire il multicrypt sul mercato della televisione digitale terrestre. Nel caso di televisore con decoder integrato la slot ad interfaccia comune è obbligatoria per legge ed il Comitato raccomanda che tutti i set-top-box utilizzati per servizi di televisione digitale terrestre a pagamento siano dotati di almeno una slot di tale tipo.
Anche se non deve essere sottovalutata l'importanza del multicrypt, il simulcrypt

rappresenta indubbiamente, a breve termine, la soluzione meno onerosa in relazione allo sviluppo del mercato satellitare e al numero assai rilevante di decoder circolanti. Al di là di una normativa di garanzia, tuttavia, il successo commerciale dipende in primo luogo dagli accordi commerciali fra gli operatori. Pur essendo tecnicamente possibile, per esempio, che ogni operatore produca le proprie smart-card, per evitare costi aggiuntivi e complicazioni agli utenti, è auspicabile che la fruizione delle differenti offerte avvenga con un'unica smart-card condivisa dagli operatori. Per tutelare l'indipendenza di ogni operatore è indispensabile che tale condivisione sia basata su accordi commerciali liberamente stabiliti.

Il mercato e la regolamentazione

Nel regolare il mercato della pay-tv in Europa le autorità nazionali stanno cercando di promuovere un mercato orizzontale di apparati e servizi basati sulla televisione digitale. Si riconosce ad esempio che il decoder digitale può essere utilizzato per servizi non televisivi e in particolare per servizi legati al mondo Internet, quali ad esempio il commercio elettronico o i servizi multimediali interattivi. Sviluppare servizi e applicazioni con standard mutuati da Internet e sostenibili dai decoder digitali può essere un'attività accessibile anche alla piccola e media impresa e come tale rappresentare una grande occasione di sviluppo e di creazione di nuove opportunità di lavoro nel nostro paese.
Peraltro il modello che al momento ha più successo nella commercializzazione dei servizi di televisione digitale è quello basato su una forte integrazione verticale, in cui il fornitore di contenuti (broadcaster) appartiene allo stesso gruppo o ha forti legami commerciali o di proprietà con il fornitore di servizi trasmissivi (trasmissione e multiplex) e col fornitore servizi di accesso condizionato (gestione abbonati e controllo smart- card), giungendo addirittura a controllare pure la distribuzione e il noleggio dei decoder proprietari.
La maggioranza dei decoder circolanti in Italia sono a noleggio. Il successo del modello verticale è dovuto al fatto che l'operatore, avendo potere di mercato su tutta la catena del valore, riesce a ottimizzare i costi e evitare esternalità negative commesse alla perdita del controllo sulle smart-card o sui dati degli abbonati. Il consumatore, dal canto suo, percepisce il noleggio come mezzo per abbattere la barriera d'ingresso costituita dal costo del ricevitore e come una scelta in grado di tutelarlo dalla rapida obsolescenza degli apparati.
La direttiva 95/47, fulcro della regolamentazione europea in materia di accesso condizionato, ha introdotto i principi di separazione contabile e di condizioni eque e non-discriminatorie per la fornitura dei sistemi di accesso e ha imposto l'indicazione separata del prezzo del servizio e del canone di locazione del ricevitore (se offerto a noleggio). A partire da queste norme, gli enti regolatori nazionali hanno tratto una serie di linee-guida nell'attribuzione dei costi e nelle tipologie di licenza (multiplex, accesso

Sintesi

condizionato, per esempio). Oftel, nel disciplinare costi e tipologie di licenze ha dettato anche alcuni principi relativi alla ripartizione delle spese dei ricevitori a noleggio fra fornitore di accesso condizionato e broadcaster.

Già oggi la normativa italiana prevede che le società operanti nel mercato dei servizi di televisione numerica a pagamento che utilizzino sistemi proprietari debbano fornire assistenza alle terze parti (tipicamente emittenti in chiaro o società che forniscono servizi multimediali) che ne facciano richiesta. In particolare, gli operatori che trasmettono ai ricevitori una EPG unica, basata su dati proprietari, compatibilmente con la capacità del mezzo trasmissivo utilizzato, dovrebbero offrire a a tutte le emittenti interessate, a condizioni eque, non discriminatorie ed orientate ai costi sostenuti, la possibilità di inserire la propria programmazione. Poiché l' EPG rappresenta una forma di editoria eletttronica, sarebbe bene lasciare all'operatore la libertà di scelta della linea editoriale. Gli operatori verticalmente integrati e/o i fornitori che distribuiscono decoder associati alla loro offerta dovrebbero assistere le parti terze (a condizioni economiche eque, non discriminatorie ed orientate ai costi attribuibili alla fornitura di assistenza e di software) a sviluppare applicazioni basate su sistemi operativi e API (Application Programme Interface) proprietarie. Dovrebbero inoltre alternativamente includere nel software di sistema del decoder elementi basati su standard aperti per i quali siano facilmente reperibili authoring tools a costi ragionevoli.

È prevedibile che, nel medio-lungo periodo, sarà possibile realizzare un decoder compatibile con le differenti offerte, svincolando così definitivamente la piattaforma hardware dal fornitore di servizio. Il DVB sta progredendo nella definizione del concetto della Multimedia Home Platform (MHP) che rappresenterà un decisivo passo verso la definizione di un decoder aperto, anche se la comparsa sul mercato di prodotti DVB MHP a basso costo (inferiore a 500 Euro) non è ipotizzabile prima del 2002-2003. Inoltre gli standard aperti (HTML – Hyper Text Mark-up Language e XML) legati al mondo Internet potranno divenire parte del software residente, garantendo così ulteriore compatibilità con le applicazioni multimediali. Per raggiungere l' obbietivo finale di API aperte e standardizzazate è dunque opportuno adottare un approccio evoultivo considerando, per il momento, forme di compatibilità' basate su sistemi totalmente proprietari o semi-proprietari. Il DVB MHP sarà d'altra parte in grado di garantire la compatibilità con un vasto numero di legacy systems.

L'esperienza degli altri paesi europei, in particolare di Regno Unito, Scandinavia e Spagna, dimostra che l'approccio alla standardizzazione del decoder deve essere affrontato su due piani differenti:

• **l'azione normativa**: in un mercato in continua evoluzione come quello della televisione digitale, ci si deve limitare a norme

minime che favoriscano lo sviluppo proteggendo l'interesse dei consumatori senza soffocare l'innovazione tecnologica.

• **gli accordi volontari fra operatori e costruttori**: è un approccio molto diffuso nel mondo dell'information technology e sta guadagnando sempre più favori nell'ambito delle telecomunicazioni e della radiodiffusione. Nel Regno Unito, le principali caratteristiche tecniche del decoder sono state individuate da un gruppo per la promozione e la diffusione della televisione digitale, costituito su base puramente volontaristica. In Scandinavia il gruppo Nordig, formato da tutti gli attori del settore, sta elaborando le norme Nordig I e Nordig II per un decodificatore aperto per cavo, satellite e digitale terrestre. Sia nel Regno Unito sia in Scandinavia i gruppi hanno carattere informale e sono aperti a tutti gli interessati. Le deliberazioni adottare hanno il peso di "impegno morale" fra le parti, ma nessun valore legale. Anche in Italia, la costituzione di un tavolo digitale permanente su base esclusivamente volontaristica potrebbe essere utile allo scopo di elaborare e garantire il rispetto delle specifiche adottate, che costituiranno la base per l'autoregolamentazione del settore. Il Gruppo C, del quale fanno parte tutti gli operatori e i soggetti interessati allo sviluppo del settore, potrebbe costituirne il nucleo fondante. A partire dalle norme obbligatorie, il gruppo di autoregolamentazione potrà elaborare regole tecniche e promuovere liberi accordi in vista dell' adozione di un sistema di API aperto e standardizzato a livello europeo per i servizi avanzati multimediali interattivi.

Secondo quanto elaborato dal Comitato per i sistemi digitali la normativa minima per tutti i prodotti deve contenere:

• norme obbligatorie derivate dagli starndard DVB che regolano trasmissione ed elaborazione dei segnali;
• norme relative alle interfacce che garantiscono la compatibilità con le norme internazionali;
• norme che tengano conto delle peculiarita' del mercato italiano (come la necessità, per i decoder terrestri, di sintonizzare i canali VHF (banda III, canali da 7 MHz) e UHF (bande IV e V, canali da 8 MHz) e di operare sia in modalità "2k" sia in modalità "8k" per favorire lo sviluppo di reti MFN e SFN);
• norme che garantiscano la compatibilità con la televisione analogica (con riguardo al trattamento del segnale Teletext e alla passthrough RF per i decoder terrestri, per esempio).
• norme che garantiscano una navigazione basata sui dati SI DVB obbligatori e su altri ritenuti essenziali.

Le norme sopraelencate hanno trovato espressa previsione nella delibera 216/00 del 5 aprile scorso. Nell'ottica di un'evoluzione della normativa internazionale e di un'analisi approfondita dei risultati della sperimentazione, il provvedimento dell'Autorità ha previsto anche la revisione, entro

Sintesi

18 mesi dall'adozione, della normativa tecnica applicabile ai ricevitori digitali terrestri.

Adeguamenti degli impianti riceventi di utente

L'introduzione della radiodiffusione televisiva terrestre in tecnologia digitale potrebbe causare qualche problema agli attuali utenti del servizio analogico, laddove i sistemi di antenna individuali o centralizzati esistenti dovessero richiedere opportuni adeguamenti. I sistemi individuali, infatti, dovrebbero essere sostituiti se le antenne risultassero scarsamente direttive. Inoltre, qualora le trasmissioni digitali venissero irradiate da postazioni diverse da quelle analogiche, sarebbe necessario aggiungere un'antenna a quella già esistente. Per i sistemi centralizzati sono da prevedere, almeno nel 20/30% dei casi, interventi condominiali al fine di consentire una buona ricezione dei programmi e servizi digitali.

PROPOSTE OPERATIVE

I possibili scenari operativi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale terrestre sono stati studiati sulla base di una serie di ipotesi legate al reperimento delle frequenze e delle risorse. Per il passaggio dall'attuale sistema analogico al sistema "tutto digitale" il punto critico è rappresentato dalla fase di transizione, il cui avvio è strettamente legato alla fissazione della data entro la quale l'intero sistema televisivo dovrà essere convertito alla tecnologia numerica.

Per questa fase sono state avanzate le seguenti ipotesi:

- **percorso definito**: avvio e sviluppo della fase di transizione in base al Piano nazionale di assegnazione delle frequenze per la radiodiffusione televisiva analogica (PNAF), così come elaborato e approvato dall'Autorità secondo le indicazioni della legge n. 249/97. Questa ipotesi è praticabile se la data del passaggio al digitale viene fissata non prima del 2010;
- **sviluppo a "macchia di leopardo** : avvio e sviluppo della fase di transizione secondo uno scenario evolutivo legato allo sviluppo spontaneo del mercato e alla progressiva trasformazione delle reti analogiche in digitali. Questa ipotesi potrebbe rivelarsi più utile se la data del passaggio al sistema numerico venisse anticipata al 2006, ma sarebbe praticabile anche se la data venisse fissata non prima del 2010.

L'attuazione delle due ipotesi considerate richiederà, comunque, un adeguamento della normativa.

SCENARIO A: avvio e sviluppo della fase di transizione in base al PNAF

Il PNAF riserva 4 frequenze alla televisione digitale terrestre, in particolare il canale 9 in banda VHF ed i canali 66, 67, 68 in banda UHF.
Le 4 frequenze sono attualmente utilizzate dalle reti analogiche e potranno, quindi, essere disponibili per il digitale solo dopo l'at-

tuazione del PNAF (scenario A1) o nel corso dell'attuazione dello stesso (scenario A2), comunque non prima di 3-4 anni. Per completare il processo di attuazione del PNAF, tenendo anche conto delle procedure amministrative, è infatti necessario, a giudizio del Comitato, un lasso di tempo di tale durata.
Per utilizzare al meglio le frequenze si ipotizza di realizzare 4 reti nazionali SFN, per un totale di 4 multiplex e 16 programmi digitali, che potranno essere utilizzati in parte per il simulcast analogico-digitale dei programmi nazionali (11 canali), in parte per nuove offerte di programmi e servizi (5 canali). Il passaggio al digitale può avvenire nel momento in cui la diffusione di decoder e ricevitori digitali raggiunga un "limite critico", anche non coincidente con la totalità dei ricevitori analogici attualmente esistenti. Se la diffusione dei decoder e dei ricevitori digitali è opportunamente incentivata, il limite critico può essere ragionevolmente raggiunto entro 4-5 anni dall'avvio del simulcast.
Da quanto sopra enunciato deriva che il passaggio al digitale dell'emittenza locale potrà avvenire solo dopo l'introduzione del simulcast analogico-digitale dei programmi nazionali, oppure al momento di avvio del passaggio a tutto digitale.

SCENARIO B:
avvio e sviluppo della fase di transizione in base all'evoluzione del mercato

Lo sviluppo della televisione digitale secondo lo schema di sviluppo "a macchia di leopardo" meglio si presta, rispetto al modello basato sul PNAF prima descritto, ad accelerare i tempi di avvio della fase di transizione. Si tratterebbe infatti dfi avviare il servizio digitale in quelle aree per le quali ci sono frequenze comunque disponibili, assegnandole prioritariamente alla televisione digitale.
Lo schema di sviluppo a macchia di leopardo prescinde dall'attuazione del PNAF. Rimane, tuttavia, ineludibile l'obbligo di realizzare i siti inseriti in tale Piano, anche se all'avvio potranno essere utilizzati i siti esistenti, in particolare quelli coincidenti con i siti di piano. Lo schema in esame, che di per sé darebbe luogo a una situazione finale non proprio ordinata sotto il profilo dell'uso delle frequenze, deve tendere a un modello definitivo di Piano digitale capace di gestire le frequenze utilizzate inizialmente e quelle via via rese disponibili da un organismo pubblico con i relativi poteri. La gestione dei canali destinati alla televisione digitale comporta la necessità, per l'utente, di risintonizzare i ricevitori, operazione di estrema semplicità perché gestita automaticamente dal ricevitore.
Il processo di transizione dalla situazione attuale alla situazione prevista dal futuro Piano digitale può essere logicamente suddiviso in tre fasi:

- fase di avvio,
- fase di transizione analogico-digitale,
- fase di switch-off.

Le caratteristiche della fase di avvio dovrebbero essere le seguenti:
a) impatto minimo - possibilmente nullo- sulle trasmissioni analogiche;

Sintesi

b) massimizzazione della diffusione dei set-top box e dei ricevitori digitali.

La fase di transizione analogico-digitale può essere avviata in tempi brevi, anche creando le condizioni per una volontaria cessione del diritto a utilizzare frequenze analogiche da parte delle emittenti. Questa eventualità è legata a molti fattori, la cui quantificazione dovrà essere oggetto di uno studio più approfondito. In ogni caso il processo di digitalizzazione dovrà avvenire in modo da garantire l'effettivo accesso della emittenza locale alla nuova tecnologia.

Per quanto riguarda i programmi, sarebbe opportuno differenziare l'offerta digitale da quella analogica, allo scopo, in primo luogo, di sostenere la crescita dell'utenza. Adeguati incentivi economici per gli operatori attivi nella realizzazione del sistema della televisione digitale (emittenti e imprese), potrebbero accelerare il passaggio a "tutto numerico"; è indispensabile tuttavia che la capacità produttiva dell'industria del settore sia tale da immettere sul mercato, nel giro di pochi anni set-top-box e ricevitori digitali a prezzi accessibili.

Problemi connessi alla gestione del sistema televisivo digitale

Qualunque sia la soluzione prescelta per l'avvio della televisione digitale e per la transizione dall'analogico al numerico, è bene sottolineare che la gestione del sistema televisivo digitale nel suo complesso solleva problemi specifici, di natura normativa e gestionale, diversi da quelli propri del sistema analogico.La transizione al digitale contribuirà a costituire un nuovo vasto sistema di comunicazione, in cui converganno tutti i sistemi specifici che utilizzano tecnologie diverse, quali cavo, satellite, DVB-T, DAB-T (Terrestrial Digital Audio Broadcasting), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), x-DSL (Digital Subscriber Line), Internet, WLL (Wireless Local Loop), ecc. Si può affermare che, in questo contesto, la tecnologia assumerà una connotazione di "quasi-neutralità" rispetto ai contenuti offerti, potendosi usare tecnologie diverse per soddisfare la domanda di uno stesso servizio. Nello scenario prospettato, che gli addetti ai lavori definiscono di "convergenza e multimedialità", il terminale d'utente non sarà più un televisore o un computer, ma un apparato capace di ricevere i servizi utilizzando il sistema tecnologico più adatto. Per quanto riguarda la televisione, considerando che la normativa vigente fornisce indicazioni sufficienti per l'avvio della sperimentazione sulle frequenze riservate al PNAF, si segnala l'opportunità di avviare, tra le parti interessate, una fase di riflessione e verifica su alcuni punti che potrebbero rappresentare fattori "critici" nella fase di realizzazione. Per quest'ultima è previsto infatti che:

- sia rilasciata una concessione per ogni rete analogica e, quindi, per ogni programma;
- le frequenze siano assegnate al concessionario che è titolare non soltanto dell'e-

sercizio della rete (network provider), ma anche della produzione dei programmi da trasmettere (content provider);
• possano essere costituiti unicamente consorzi o altri tipi di associazioni per l'uso in comune di infrastrutture e impianti;
• l'esercizio della TV digitale terrestre sia affidato alla concessionaria del servizio pubblico e ai concessionari e autorizzati per la TV analogica.
Si possono fare in proposito le seguenti considerazioni:

• il rilascio della concessione per una rete e quindi per un programma, nel campo della TV digitale, risulta molto difficoltoso in quanto una rete digitale può trasmettere almeno 4 programmi;
• la previsione di poter costituire solo consorzi per l'uso comune di infrastrutture e impianti potrebbe costituire un intralcio allo sviluppo rapido della TV digitale che richiede modelli di business innovativi.

Per rendere più flessibile ed efficace la gestione del sistema televisivo digitale nel suo complesso, tenendo presente anche il fatto che con il sistema digitale si possono trasmettere con una sola rete almeno 4 programmi, la revisione del quadro normativo potrebbe dunque basarsi sui seguenti principi:

• separazione della figura del content provider da quella del network provider. Quest'ultimo dovrebbe gestire anche il multiplex;
• previsione di content provider generici che siano soggetti a un'autorizzazione generale che permetta loro di produrre contenuti e raccoglierne proventi, in forma diretta o indiretta;
• previsione di content provider soggetti ad autorizzazione specifica che, oltre ad essere content provider di tipo generico, abbiano il diritto di fornire contenuti specifici su un determinato mezzo trasmissivo (in particolare la televisione numerica terrestre) sottoposta a concessione;
• possibilità di configurare come network provider, oltre a consorzi, anche società con scopo di lucro, con l'obbligo di fornire l'accesso alle loro reti a chi ne faccia richiesta, rispettando i criteri di trasparenza, concorrenza, non discriminazione e prezzi orientati ai costi per gli autorizzati specifici. Consorzi e società possono essere costituiti anche da concessionari e possono essere titolari della gestione di più multiplex. Nella fase di sperimentazione le emittenti televisive locali potranno condividere gli impianti attraverso intese contrattuali tra le stesse emittenti;
• possibilità di assegnare le frequenze ai network provider (consorzi e società). Per quanto riguarda la facoltà per i concessionari di costituire società in funzione di network provider, sarà opportuno prevedere opportune forme di separazione contabile/societaria fra network provider e content provider, che tengano conto della particolare natura del fornitore di contenuti (emittenti nazionali, locali o pay-tv). Si sottolinea comunque che, nei confronti di tale even-

Sintesi

tualità, sono state espresse riserve da parte di alcune associazioni di emittenti locali che sostengono l'incompatibilità dello status di concessionari televisivi e la partecipazione a una società di gestione di reti e multiplex (network provider), se non nel limite del 5% del capitale.

Altri aspetti potrebbero riguardare i rapporti tra network provider e content provider. Nel caso in cui un titolare di concessione analogica rinunci, nella fase di transizione, alla trasmissione analogica del programma concesso, si potrebbero verificare alcune situazioni di cui la futura normativa dovrà necessariamente tener conto.

• il concessionario può cedere al network provider a titolo permanente il diritto di utilizzare le frequenze oggetto di concessione, a fronte del diritto di trasmettere a titolo gratuito un programma digitale per tutto il tempo di validità della concessione. Inoltre, la restante capacità del multiplex può essere utilizzata o dallo stesso concessionario che ha ceduto la frequenza o da altri content provider direttamente o, ancora, attraverso accordi commerciali con il network provider. Lo stesso concessionario poi, acquisisce l'opzione di trasmettere contenuti per la restante parte del multiplex a prezzi orientati ai costi. Tale opzione è rivendibile al network provider stesso o ad altri fornitori di contenuti. Si può ipotizzare che nella fase di sperimentazione le imprese televisive locali possano condividere gli impianti attraverso intese contrattuali.

• il concessionario, pur rimanendo titolare della concessione, cede al network provider il diritto a trasmettere su una data frequenza, partecipando, come contropartita, al capitale del consorzio o società (network provider). Il concessionario mantiene comunque il diritto di essere content provider.

CONCLUSIONI

L'introduzione della televisione digitale terrestre presenta vantaggi economici per l'intero sistema economico nazionale. In particolare, il settore industriale e commerciale dell'elettronica professionale e di consumo vede aprirsi un vasto mercato che, come evidenziato dalle analisi contenute nel presente Libro bianco, può essere stimato nell'ordine dei 60.000 miliardi.

Le prospettive sono da considerare ottime anche per i vari soggetti interessati allo sviluppo di questa tecnologia, in considerazione della vasta gamma di servizi che potranno essere offerti. La moltiplicazione della capacità garantirà infatti nuove possibilità di sviluppo al settore, favorendo la nascita di una pluralità di iniziative che consentiranno ai nuovi entranti di proporre contenuti di alto livello.
Lo sviluppo di questo mercato dipende anche, specialmente nella fase di avvio e di transizione, da una accorta politica di incentivazione e regolamentazione che permetta di alleggerire gli oneri da sostenere in tale fase dagli operatori e dall'utenza.

Requisiti del servizio di televisione digitale terrestre

R1.1 FUNZIONI, APPLICAZIONI E SERVIZI

Il DVB ha individuato tre famiglie di servizi e applicazioni per la televisione digitale terrestre:

- enhanced broadcasting;
- televisione interattiva;
- accesso ad Internet.

Le funzioni e le applicazioni di base descritte di seguito si riferiscono essenzialmente alle prime due categorie alle cui specifiche tecniche il DVB conferisce carattere di priorità, nell'ottica di una rapida evoluzione del mercato e dei terminali.

1.1.1 EPG e Navigatore

L'EPG (Electronic Programme Guide) è una funzione che conferisce reale valore aggiunto al servizio di televisione digitale rispetto all'analogico. L'EPG offre infatti all'utente una guida aggiornata in tempo reale dei palinsesti dei vari servizi disponibili. Esso permette inoltre di avviare la ricezione del programma scelto, navigando all'interno del "bouquet" e di ottenere informazioni aggiuntive sull'evento (nome del regista, attori, trama, ecc.) direttamente sullo schermo utilizzando il telecomando. Tramite l'EPG l'utente può anche conoscere e selezionare eventi a pagamento (pay-per-view), o soggetti in genere a controllo d'accesso. Dell'EPG sono previste due versioni:

- la prima, essenzialmente testuale, è denominata "navigatore", utilizza il protocollo DVB-SI, e costituisce l'interfaccia-utente base per il set-top-box, semplice, essenziale e con minimi requisiti di memoria; la descrizione del palinsesto fornisce essenzialmente informazioni sul programma in onda e su quello successivo (Now/Next);
- la seconda, di tipo multimediale, si baserà sulla piattaforma domestica DVB-MHP in fase di normalizzazione e offrirà all'utente un servizio più evoluto sia per l'interfaccia grafica di presentazione sia per la modalità di gestione dei contenuti (foto, animazioni, preview, ecc.). Faciliterà inoltre l'accesso alla programmazione televisiva, su base giornaliera o periodica, consentendo all'utente di personalizzare le modalità di fruizione dei servizi secondo i propri gusti.

L'EPG, nella versione multimediale "aperta" basata sul DVB-MHP, include il Navigatore e costituisce lo strumento più adatto per introdurre e gestire l'intera famiglia di nuovi servizi che la tecnologia digitale rende disponibili, lasciando all'editore la massima libertà operativa e garantendo all'utente l'accesso all' EPG fornito dai vari gestori.

1.1.1.1 Benefici

L'EPG/Navigatore è una componente essenziale per la fruizione della crescente e diversificata offerta di programmi sui canali digitali (satellite, terrestre, cavo). Il beneficio per l'utente è tanto più evidente quanto più semplice e rapido è il metodo di utilizzo all'interno del bouquet di programmi.

Requisiti del servizio di televisione digitale terrestre

1.1.1.2 Costi

Il costo per l'utente si riflette direttamente sul set-top-box che, specie nel caso di un servizio EPG multimediale, richiede una buona capacità di memoria e di elaborazione (prestazioni grafiche, software di navigazione, ecc.), sia per la gestione dei dati in esame sia per la consultazione.
In termini di banda occupata - o bit-rate richiesto – i parametri da considerare sono:

- quantità di informazioni che si vogliono fornire all'utente;
- modalità di presentazione (testuale o multimediale);
- numero di servizi nel bouquet;
- descrizione del palinsesto e tempi di aggiornamento: su base giornaliera (Now/Next) oppure su base settimanale e/o mensile.

L'EPG di un bouquet T- DVB può quindi richiedere un bit-rate variabile da poche decine di Kbit/s, nel caso del Navigatore, a 0,5 ÷ 1 Mbit/s o forse più.
I costi di produzione dipendono dalla possibilità o meno di automatizzare il processo di codifica e messa in onda delle informazioni partendo dai palinsesti (giornalieri, settimanali, mensili). Inoltre l'edizione e la gestione di un EPG multimediale, in linguaggio MHEG-5 (impiegato nei servizi DVB-T in Gran Bretagna), EUROMHEG (versione europea di MHEG-5 sviluppata dal DigiTAG) o DVB-Java, richiede l'impiego di una apposita redazione.
La modalità di visualizzazione dell'EPG può essere propria del STB (Set-Top-Box), e può quindi essere definita dal costruttore del ricevitore - si parla in questo caso di "EPG residente" - o specifica per il fornitore di servizio. In questo secondo caso, occorre che il STB disponga di uno strato software d'interfaccia standard (API - vedi 3.10) che consenta il funzionamento su diversi ricevitori dell' EPG fornito dai vari fornitori di servizio. Sono in corso di definizione due diverse normative internazionali che definiscono questo strato software: EuroMHEG e DVB-Java. Lo standard DVB-Java, che rappresenta il "cuore" della futura piattaforma multimediale domestica (MHP) è basato sulla tecnologia più avanzata attualmente disponibile e dovrebbe quindi garantire prestazioni superiori. Supporta come estensione compatibile il linguaggio EuroMHEG, le cui specifiche tecniche sono state recentemente definite dal DigiTAG, e che potrebbe essere disponibile a breve.
In relazione al servizio audio, che verrà discusso in seguito, è opportuno sottolineare che l'EPG è in grado di offrire un valido supporto alla configurazione multilingua, poiché permette di associare informazioni specifiche a ogni singolo canale audio.

1.1.2 Super Teletext

La normativa DVB prevede la trasmissione "trasparente" delle pagine di Teletext convenzionale fornite dagli attuali canali televisivi analogici (ad es. il Televideo-RAI

e il Mediavideo - Mediaset). In ricezione, le righe dati Teletext vengono reinserite sul segnale PAL in uscita dal set-top-box e inviate attraverso la presa SCART al televisore equipaggiato con decodificatore Teletext. In alcuni casi la decodifica Teletext è effettuata direttamente all'interno del set-top-box.
Anche per il servizio Teletext digitale (Super Teletext) valgono alcune delle considerazioni fatte per l'EPG multimediale: i contenuti sono arricchiti nella veste grafica e la modalità di navigazione è simile a quella offerta dai browser Internet, anche se realizzata con un diverso linguaggio. Compatibilmente con la capacità di memoria e di elaborazione del set-top-box è possibile introdurre un Super Teletext in grado di fornire immagini, grafici, ipertesti (HTML), clip audio e video, streaming audio e video, giochi, telesoftware.

1.1.2.1 Benefici

Il servizio Teletext digitale offrirà prestazioni sicuramente superiori a quelle dell'attuale servizio analogico. Elevate prestazioni grafiche e multimediali e ridotto tempo di accesso all'informazione saranno caratteristiche essenziali del nuovo servizio.

1.1.2.2 Costi

Quanto più esteso è l'utilizzo del multimediale, tanto più alti sono i costi in termini di risorse del STB d'utente (memoria e software di navigazione) e di banda utilizzata per la trasmissione.
A titolo di esempio si consideri che il Teletext analogico, trasmesso su 11 righe di cancellazione di quadro del segnale televisivo e con una durata del ciclo di circa 20 secondi, utilizza un flusso dati netto di circa 250 Kbit/s. La banda utilizzata dal Super Teletext digitale sarà sicuramente superiore (almeno 0.5 ÷ 1 Mbit/s). Da un punto di vista pratico si può ritenere che la configurazione e la gestione editoriale delle redazioni dell'EPG multimediale e del Super Teletext sono le stesse.

1.1.3 Sottotitoli

I sottotitoli possono essere trasmessi sui canali di diffusione digitali in modalità Teletext standard – ciò che permette di utilizzare la programmazione già sottotitolata per l'analogico - oppure in modalità DVB propria del Super Teletext, che consente di arricchire sensibilmente la qualità grafica.

1.1.3.1 Benefici

La sottotitolatura in lingua originale dei programmi televisivi effettuata in modalità Teletext (ad es. Pagina 777 di Televideo) è un servizio dedicato essenzialmente ai non udenti. Essa è correntemente impiegata da alcuni operatori satellitari anche in versione multilingue per fornire la traduzione del parlato in lingua diversa da quella originale. La modalità DVB è particolarmente adatta a soddisfare questa esigenza.

Requisiti del servizio di televisione digitale terrestre

1.1.3.2 Costi

Per visualizzare i sottotitoli, gli utenti necessitano soltanto di un set-top-box capace di decodificarli. L'attivazione della modalità sottotitoli può avvenire o meno attraverso l'EPG/Navigatore. In genere il flusso dati associato ai servizi sottotitoli è di poche decine di bit/s per lingua: la trama DVB permette comunque di ottimizzare e gestire al meglio il servizio. I costi di produzione del servizio sottotitoli su canale digitale, in modalità Teletext, sono simili a quelli attualmente richiesti dal servizio sottotitoli analogico. La sottotitolatura multilingue richiede ovviamente una adeguata struttura editoriale. In entrambi i casi, Teletext convenzionale e DVB, la sottotitolatura è associata solitamente, per necessità pratiche, a una programmazione non in diretta.

1.1.4 Aspetto dell'immagine (16:9 ; 4:3)

La televisione, nata con una geometria dell'immagine nel formato (4:3) – laddove per formato si intende il rapporto fra le dimensioni orizzontale e verticale dell'immagine - sperimenta, ormai da alcuni anni, l'utilizzo del formato (16:9), più vicino a quelli normalmente adottati in cinematografia: (17:9) su schermo panoramico o su grande schermo e (21:9) nel cinemascope.

1.1.4.1 Benefici

Il formato (16:9) è particolarmente adatto alla trasposizione televisiva di film e alle riprese sportive (calcio, tennis, ecc.). Può rappresentare quindi un fattore premiante per lo sviluppo della televisione digitale terrestre. L'utente dovrà tuttavia munirsi di display piatti al plasma di dimensioni adeguate (almeno 28"), ancora piuttosto costosi. Il mercato offre tuttavia anche ricevitori domestici da (16:9), di dimensione massima di 32" con tecnologia convenzionale a CRT (???), a prezzi accessibili (fra 1,5 e 4 milioni di lire).

1.1.4.2 Costi

Il costo aggiuntivo per l'utente è imputabile all'acquisto dello schermo piatto al plasma, disponibile esclusivamente nel formato (16:9). I set-top-box digitali consentono di riprodurre correttamente immagini riprese in (4:3) o (16:9) o su schermi di entrambi i formati, grazie a un'opportuna segnalazione del formato inserita durante la programmazione.
Nel caso di trasmissione in (16:9), l'utente con schermo (4:3) riceverà dal set-top-box un'immagine in formato "letter-box" costituita da un numero ridotto di righe visualizzate (con fasce nere nella parte superiore e inferiore dello schermo), con conseguente riduzione della risoluzione verticale dell'immagine stessa. Nel caso invece di trasmissioni in (4:3), l'utente che dispone di uno schermo (16:9) vedrà l'immagine contornata da strisce verticali nere a sinistra e a destra.
Nella pratica corrente della produzione televisiva il bit-rate richiesto per la codifica MPEG-2 delle immagini nei due formati

(16:9) e (4:3) è sostanzialmente uguale.
In produzione, la ripresa in (16:9) comporta l'utilizzo di telecamere e monitor con il suddetto formato. Già da alcuni anni sono disponibili apparati video operanti nei due formati (4:3) e (16:9). Qualche attenzione meritano i monitor, poiché quelli bi-standard, ma con schermo (4:3) non sembrano adatti per le sale di regia.
L'impiego del formato (16:9) richiede la modifica delle tecniche di ripresa televisiva, poiché una ripresa ottimale in (4:3) non corrisponde ad una ripresa ottimale in (16:9) e viceversa.

1.1.5 Audio

Nello standard DVB il segnale audio stereofonico, campionato a 48 KHz, viene codificato secondo il MPEG-1 Layer 2, lo standard già impiegato nei servizi radiofonici DAB. In aggiunta al servizio stereo di base sono previste altre due modalità operative.

1.1.5.1 Servizi multilingue

I servizi multilingue sono interessanti soprattutto nel caso di trasmissioni satellitari (DVB-S) con copertura sovranazionale: per la trasmissione su reti terrestri l'uso è limitato alle aree bilingue.
Le modalità operative che permettono di realizzare tali servizi sono due:

- Simulcast di più colonne sonore stereo, secondo lo standard MPEG-1 Layer 2 adottato dal DVB;
- colonna internazionale stereo, associata a più canali di commento multilingue, realizzata utilizzando lo standard MPEG-2 Layer 2 (estensione di MPEG-1).

La prima configurazione, al pari di quanto gia avviene sui satelliti analogici - dove un segnale video può avere associate più sottoportanti audio (ad es. Wegener) - ha una applicabilità generale, in quanto le colonne sonore nelle varie lingue sono indipendenti fra loro. Può essere utile per film e fiction e in generale per materiale preconfezionato. Il bit-rate richiesto cresce linearmente con il numero di lingue supportate, avendo ogni coppia stereo, per ciascuna lingua, un bit rate tipico di 192 kbit/s. Il costo aggiuntivo per l'utente è nullo. Il costo per l'emittente è rappresentato dal doppiaggio.
La seconda configurazione è invece adatta alla trasmissione con copertura internazionale di eventi dal vivo, quali manifestazioni sportive o concerti. In questo caso si ha un'occupazione di banda inferiore alla precedente poiché si trasmette un segnale stereo di qualità (ad es. 192 kbit/s) per la colonna internazionale e un numero di segnali vocali mono a banda ridotta (64 kbit/s) per i commenti giornalistici nelle varie lingue. Questa configurazione, non particolarmente interessante nel caso di servizi DVB-T, richiede all'utente di utilizzare un set-top-box di nuova generazione ancora non disponibile sul mercato. I ricevitori DVB attuali (satellite, terrestre, cavo) decodificano solo segnali codificati in MPEG-1 Layer 2 e non sono quindi com-

Requisiti del servizio di televisione digitale terrestre

patibili con questa modalità.
Il costo che deve essere sostenuto dall'emittente è molto basso.

1.1.5.2 Programmi multicanale (surround)

L'industria cinematografica produce già da anni film con audio multicanale, composto da 5 canali a banda 20-20000 Hz (sinistro, destro, centrale, surround sinistro, surround destro) e canale sub-woofer (per effetti audio a frequenze molto basse). Questa configurazione permette una maggiore fedeltà del suono rispetto all'audio stereo, ed è quindi adatta per programmi televisivi video a qualità migliorata in formato wide-screen (16/9) e, in prospettiva per l' HDTV.
L'audio multicanale può essere utilizzato, negli standard DVB, con la codifica MPEG-2 Layer 2, compatibile con i ricevitori MPEG-1 attualmente in commercio. Il servizio può perciò essere attivato senza necessità da parte dell'utente di aggiornare il ricevitore. Il segnale ricevuto con un ricevitore MPEG-1 è stereo e non può quindi beneficiare dell'elevata qualità del suono multicanale. Il bit-rate necessario per la trasmissione dei 5+1 canali audio è di almeno 384 kbit/s.
Il costo che deve essere sostenuto dall'utente include l'aggiornamento del set-top-box per la decodifica audio MPEG-2 e l'installazione di un amplificatore audio adatto, 5 altoparlanti e, opzionalmente, un sub-woofer.
Un'interessante soluzione per le trasmissioni audio surround in grado di garantire la compatibilità con gran parte dei sistemi audio multicanale analogici da tempo introdotti sul mercato è rappresentata dal sistema Dolby Pro Logic™ che prevede la ripresa multicanale e la codifica "Dolby surround" su coppia stereo MPEG-1 Layer 2. L'utente che dispone del decodificatore Pro Logic™ potrà riprodurre l'audio con effetto surround. Tuttavia la qualità del segnale audio riprodotto risulta essere inferiore a quella ottenibile con il formato 5+1.
Il costo per il fornitore del servizio è basso nel caso di trasmissione di materiale cinematografico, ma può essere elevato nel caso di produzioni interne, in quanto, in tal caso, si rende necessario modificare la catena di produzione (in particolare i mixer) e riqualificare il personale di ripresa.

1.1.5.3 Home Theatre

Gli sviluppi dei sistemi audio/video digitali permettono oggi di offrire all'utente un prodotto tecnicamente qualificato ove immagine e suono raggiungono una qualità in grado anche di simulare in piccolo ambiente l'esperienza della grande cinematografia. A ciò concorre anche la recente disponibilità di display a grande schermo planare di formato (16/9), sia a proiezione sia a plasma.
L'utilizzo dei segnali video digitali a definizione standard (SDTV, 625 linee, 50Hz) codificati in MPEG-2 a 6 ÷10 Mbit/s consente una qualità adeguata anche per ap-

plicazioni grande schermo, al punto da poter spesso soggettivamente competere con l'HDTV. Ne è un esempio il DVD (Digital Video Disk), il nuovo supporto multimediale domestico che offre immagini SDTV, con bit-rate variabile entro un massimo di circa 9 Mbit/s, e un audio Dolby AC3 a sei canali (tri-fronte, un subwoofer e due surround).

1.1.5.4 Benefici

La realizzazione di un ambiente home theatre è al momento piuttosto costosa e certamente non destinata all'utenza di massa: essa comporta infatti l'acquisto di un lettore DVD, il set-top-box DVB, il display planare a grande schermo (es. 50/60") e i diffusori audio di qualità HiFi.

1.1.5.5 Costi

I costi per l'utente sono ancora molto elevati. Un display planare da 50" al plasma costa mediamente 25 milioni di lire (16 milioni di lire per il 42").
L'impianto audio HiFi può assumere molteplici connotazioni; un modello di buona qualità può costare dai 2 ai 3 milioni. Da non sottovalutare, infine, la necessità di disporre di ambienti adatti. L'ipotesi di allargamento del mercato dell'home theatre ridurrà gli attuali prezzi, certamente improponibili al grande pubblico; tuttavia il prezzo di alcuni componenti non potrà scendere in misura significativa e quindi, anche a mercato stabilizzato, si tratterà prevalentemente di un'utenza di nicchia.

In termini di occupazione di banda, la qualità video richiesta dall'home theatre impone un bit-rate per la codifica MPEG-2 (MP@ML) non inferiore a 6Mbit/s. Per la produzione video, trattandosi di SDTV, i prezszi non sono eccessivamente elevati. Ormai quasi tutte le catene di produzione video possono lavorare in formato (4:3) o (16:9), in analogico o in numerico. Per la produzione audio valgono regole simili, ma in funzione del livello di qualità richiesto può variare la complessità dell'impianto.

1.1.6 Servizi interattivi senza canale di ritorno

Sulla piattaforma digitale DVB è disponibile una famiglia di servizi completamente nuovi, che arricchiscono significativamente l'offerta televisiva tradizionale.
Dove non esiste canale di ritorno dall'utente verso il Centro servizi, il telespettatore può accedere a un determinato servizio attraverso un'applicazione con caratteristiche di "interattività locale". L'applicazione utilizzerà cioè una serie di contenuti (dati) trasmessi ciclicamente nello stesso canale diffusivo via etere, all'interno del multiplex DVB, mediante un data carousel, ed eventualmente memorizzati nel ricevitore (downloading). Nell'ambito della Piattaforma Multimediale Domestica (MHP), in corso di definizione presso il DVB, questi servizi ricadono all'interno del cosiddetto profilo Enhanced Broadcasting.

Requisiti del servizio di televisione digitale terrestre

1.1.6.1 Benefici

L'utente potrà accedere a servizi multimediali e di data broadcasting, associati al programma in onda (quali arricchimenti, dati storici, riassunto degli eventi salienti in caso di sintonizzazione a programma già iniziato, ecc.) oppure autonomi rispetto al programma. Queste applicazioni possono essere sfruttate on-line oppure memorizzate nel set-top-box per essere utilizzate successivamente, navigando all'interno dell'applicazione stessa. Nel caso in cui il set-top-box disponga di memoria di elevata massa (hard-disk) sarà inoltre possibile introdurre servizi basati sul caricamento via etere (downloading) di elevate quantità di dati, per esempio nelle ore notturne.

1.1.6.2 Costi

Le caratteristiche e le modalità di fruizione di tali servizi saranno fortemente dipendenti dalle "dotazioni" (in termini di memoria) e dalle "prestazioni" (in termini di capacità di elaborazione) del terminale di utente, che incidono in modo direttamente proporzionale sui costi.
In secondo luogo, laddove non vi siano capacità di memorizzazione sufficienti nel terminale ricevente, si dovrà accedere ai dati trasmessi nel data carousel che dovrà pertanto essere adeguatamente dimensionato in termini di banda (bit-rate) per ridurre il tempo di accesso entro valori accettabili. Capacità di memoria del set-top-box e disponibilità di capacità di trasmissione sono fattori determinanti per la qualità e le prestazioni del servizio.
La produzione dei suddetti servizi, analogamente all'EPG multimediale ed al SuperTeletext, presuppone la realizzazione di una apposita redazione che, nel caso di servizi correlati con il programma, dovrà lavorare in stretto collegamento con le strutture di produzione del programma televisivo vero e proprio.

1.1.7 Servizi interattivi con canale di ritorno

La presenza di un canale di ritorno via modem è essenziale per promuovere lo sviluppo di nuovi servizi di specifico interesse per il singolo utente, come la posta-elettronica, il commercio elettronico e, in genere, i servizi pay e pay-per-view. Tutte queste applicazioni ricadono nel profilo Interactive Broadcast per il quale il DVB ha definito i protocolli di comunicazione e di interfaccia con la rete in grado di assicurare l'elevato livello di affidabilità e sicurezza che questi servizi richiedono.Anche in questo caso, valgono alcune delle considerazioni già fatte per i servizi interattivi senza canale di ritorno. In aggiunta si può dire che, per certe tipologie di servizio, la capacità di memorizzazione o la presenza di un data carousel con ciclo di aggiornamento breve non è più un requisito fondamentale in quanto il "contenuto" deve essere fruito solamente nell'istante in cui viene richiesto.Va comunque tenuto conto che tutti i set-top-box attualmente utilizza-

ti per il servizio DVB-S dispongono di un modem interno che viene già correntemente utilizzato per la realizzazione dei servizi di pay-per-view.

1.1.7.1 Benefici

L'interazione on-line dell'utente con il fornitore dei contenuti, attraverso la rete telefonica, consente libertà maggiore nella creazione di nuove tipologie di servizi (l'utente potrà per esempio rispondere a quiz e partecipare a giochi, esprimere la propria opinione sul programma mentre è ancora in corso, o effettuare tramite telecomando l'acquisto di prodotti offerti dai servizi commerciali (e-commerce, home-shopping, home-banking) o, più in generale, accedere all'offerta pay e ppv.

1.1.7.2 Costi

Il costo per l'utente nel caso di servizi pay e ppv è essenzialmente legato alle condizioni di abbonamento e di fruizione del servizio. Nel caso di e-commerce il costo è direttamente imputabile alle transazioni. A questi costi si aggiunge quello del terminale, la cui piattaforma SW&HW (capacità di memoria e di gestione) deve essere compatibile con la tipologia del servizio.

In termini di banda del canale di ritorno, il DVB ipotizza tre livelli di occupazione dettati dalla prevedibile evoluzione dei servizi e dei terminali d'utente:

- livello basso (tipicamente 2,4÷9,6 kb/s), nei servizi attuali che utilizzano la rete telefonica commutata;
- livello medio (tipicamente 64 kb/s), quando l'utente potrà disporre di connessioni ISDN con accesso a Internet;
- livello alto (tramite ADSL, cable-modem, ecc.), compatibilmente con la reale diffusione, a lungo termine, dei servizi.

I costi per il fornitore dei servizi, una volta ammortizzati gli investimenti sulla piattaforma tecnologica, dovrebbero essere determinati essenzialmente dalla complessità di gestione dell'SMS (Subscriber Management System).

Pianificazione della rete di diffusione

2.1 INTRODUZIONE

Lo scopo di questo capitolo è quello di delineare la struttura di massima di un PianoNazionale Digitale, indicando il numero e le caratteristiche dei programmi irradiabili, il numero di siti necessari e le potenzialità di modularità e decomponibilità (regionale, provinciale e sub-provinciale) delle reti di diffusione. Tali indicazioni hanno carattere "preliminare" e sono suscettibili di integrazioni e miglioramenti.
Il processo di pianificazione di una rete di diffusione DVB-T richiede l'utilizzo di metodologie di previsione del campo elettromagnetico, di algoritmi per la minimizzazione del numero dei siti e delle potenze irradiate (siting) e di algoritmi per la scelta ottimale delle frequenze da assegnare a ciascun trasmettitore. Gli algoritmi di previsione e ottimizzazione richiedono, a loro volta, la definizione degli "scenari" operativi nonché quella dei principali parametri tecnici necessari alla valutazione della qualità del servizio. Nelle pagine seguenti si analizzeranno in dettaglio la natura e la funzione di tali elementi e metodologie.

2.1.1. Parametri tecnici

I parametri di trasmissione, ricezione e qualità della DVB-T e del DAB sono stati ampiamente studiati e verificati a livello internazionale. Il documento finale della Conferenza di Chester (1997) può essere considerato la principale fonte di standardizzazione per le questioni relative alla pianificazione di reti di trasmissione digitale terrestre e alla loro interazione con le reti analogiche esistenti. L'analisi del Comitato è iniziata con uno studio approfondito del documento di Chester ed è proseguita con l'acquisizione delle più recenti indicazioni fornite dagli organismi internazionali (CEPT, EBU). Sono state esaminate in modo critico tutte le modalità di trasmissione e ricezione e si è giunti alla definizione dei parametri fondamentali di simulazione per le modalità di trasmissione (SFN e MFN, 2k o 8k portanti) e per le modalità di ricezione mobile e fissa. Oggetto di analisi è stata anche la modalità di apertura della finestra di guardia, effettuata tramite un costante confronto con i costruttori. Si è infine provveduto a definire tutti i parametri necessari alla simulazione del servizio (rapporti di protezione, indicatori della qualità del servizio etc.), in modo da consentire una facile e sicura riproducibilità dei risultati ottenuti. I dettagli dei risultati sono riportati nel paragrafo 2.2.

2.1.1 Modello nazionale per la previsione di campo elettromagnetico

I principali operatori e centri di ricerca sono provvisti di strumenti software più o meno affidabili e sofisticati per la previsione del campo elettromagnetico. Tali strumenti sono di fondamentale importanza nella pianificazione poiché qualsiasi previsione di servizio e di interferenza è inevitabilmente basata sui valori di campo elettro-magnetico stimati. In generale, tali strumenti non si fondano sugli stessi algoritmi e sulle stesse informazioni geografiche. Da ciò deriva che i risultati della pianificazione possono spesso essere di-

versi e contrastanti.
Nel paragrafo 2.3 viene descritto in modo completo un modello nazionale per la previsione dell'intensità del campo elettromagnetico generato da sistemi terrestri di diffusione in banda VHF-UHF. Il risultato ottenuto, assieme ad alcune raccomandazioni generali sulle modalità di utilizzo delle basi dati territoriali, ha consentito la realizzazione di un "algoritmo di previsione di campo" in grado di porsi come riferimento unico per tutti gli operatori. La definizione di un tale simulatore standard dovrebbe anche avere il positivo effetto di favorire la convergenza di tutti gli strumenti utilizzati dai principali operatori e di fornire agli operatori minori un riferimento certo e indipendente.

2.1.2 Metodologia di pianificazione, scenari, tipologie di servizio e di rete. Principali risultati

La metodologia di selezione dei siti nei quali localizzare gli impianti trasmissivi prevede la definizione di un ampio insieme di localizzazioni potenziali (o siti candidati) tra le quali scegliere, tramite un algoritmo di ottimizzazione, il sottoinsieme che garantisca il massimo servizio e il minimo costo in termini di numero di impianti e potenze utilizzate.

Ciascun sito appartenente all'insieme dei siti candidati è caratterizzato da un insieme di parametri, quali la localizzazione (coordinate geografiche e quota s.l.m.), la potenza ERP irradiata nelle varie direzioni (diagramma d'antenna nominale), l'altezza del sistema radiante rispetto al suolo e la regione alla quale appartiene l'area di servizio. Lo scopo dell'algoritmo di pianificazione è quello di determinare l'insieme dei siti da attivare (scelti tra quelli candidati) e, per ciascun sito attivato, la frequenza di servizio e l'attenuazione ottima da applicare al diagramma d'antenna nominale. Per semplificare il processo di ottimizzazione si è scelto di considerare un valore di attenuazione uguale in tutte le direzioni (attenuazione circolare).

Evidentemente, a diversi insiemi di siti candidati e a diverse configurazioni dei parametri caratteristici corrispondono diverse configurazioni della rete. Si otterranno per esempio risultati diversi assumendo, come siti candidati, i 487 siti definiti dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze analogiche o i siti attualmente utilizzati per le trasmissione analogiche in banda VHF o UHF.

Nel seguito, definiremo scenario il complesso delle informazioni relative a un insieme di siti candidati.
In particolare, nelle sperimentazioni effettuate sono stati considerati quattro possibili scenari. Il primo, detto "scenario di piano", è quello definito dai 487 siti descritti dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze Analogiche.

Il secondo scenario, detto "scenario piano equivalente", è invece caratterizzato da siti esistenti "equivalenti" a quelli definiti nel PNAF, ove per "equivalente" si intende un sito esistente "corrispondente" ad un sito del PNAF. Il range di tolleranza indicato dall'Autorità nel PNAF per stabilire la corrisponden-

Pianificazione della rete di diffusione

za è costituito da una fascia di 50" di distanza e da una differenza di 50 m in quota.
Sono stati successivamente esaminati due scenari, detti "scenario VHF" e "scenario UHF", costituiti rispettivamente dai siti esistenti più utilizzati per la diffusione televisiva nella banda III (VHF) e nelle bande IV e V (UHF). Anche in questi scenari i siti "equivalenti" al PNAF sono stati messi in evidenza.

A ciascuno degli scenari appena descritti è stato applicato l'algoritmo di pianificazione con l'obiettivo di determinare, per ogni tipologia di servizio e di rete, una rete pianificata a livello nazionale di diffusione digitale terrestre. I dettagli delle procedure di pianificazione utilizzati e dei risultati ottenuti sono riportati nel paragrafo 2.4.

Per rete pianificata a livello nazionale si intende un insieme di impianti trasmissivi con relative frequenze, potenze e diagrammi d'antenna, caratterizzato da una copertura del territorio di livello "buono" superiore all'80%. La valutazione del servizio di una rete pianificata a livello nazionale non è univoca e dipende sia dall'estensione geografica del servizio (tipologia di servizio) sia dalla modalità di valutazione dell'interferenza in funzione del tipo di tecnologia utilizzata (tipologia di rete).
In questo documento sono state considerate tre diverse tipologie di servizio: il servizio nazionale, il servizio regionale e il servizio di area locale.
Una rete pianificata a livello nazionale svolge un servizio nazionale se tutti i trasmettitori irradiano lo stesso programma e, quindi, se il segnale emesso da ogni sito può essere considerato utile per ogni "pixel" del territorio nazionale. La rete pianificata a livello nazionale svolge invece un servizio regionale se siti associati a regioni diverse irradiano programmi diversi. Infine, una rete pianificata a livello nazionale svolge un servizio di area locale se siti diversi (indipendentemente dalla regione o provincia di appartenenza) irradiano programmi diversi.
Evidentemente, per una data rete pianificata a livello nazionale l'estensione del servizio nazionale è sempre superiore a quella del servizio regionale. In quest'ultimo i segnali iso-frequenza che provengono da regioni diverse da quella in esame, anche quando cadono all'interno della finestra di guardia, sono considerati interferenti. L'estensione del servizio regionale è sempre superiore a quella del servizio di area locale poiché in quest'ultimo caso due segnali iso-frequenza, anche quando cadono entrambi all'interno della finestra di guardia, sono considerati interferenti.
Le definizioni precedenti garantiscono che una rete pianificata a livello nazionale che assicuri un servizio regionale nel t% del territorio (o per il t% della popolazione) possa essere decomposta in 21 reti regionali che irradino programmi diversi per ciascuna regione e abbiano una copertura complessiva del t% del territorio (o del t% della popolazione). Analogamente, una rete pianificata a livello nazionale che assicuri un soddisfacente servizio di area locale può essere decomposta in un numero di reti locali pari al numero dei siti.
Come detto, le diverse tipologie di rete si di-

stinguono per le modalità tecniche di gestione dei segnali provenienti da altri trasmettitori che utilizzino la stessa frequenza. Nel presente studio sono state considerate tre tipologie di rete: le reti SFN, k-SFN e MFN 4f.

Una rete **SFN** è una rete che impiega una sola frequenza in tutti i siti di diffusione e che, grazie alle proprietà della tecnologia COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), è in grado di comporre positivamente gli echi iso-frequenza che giungano al ricevitore con un ritardo limitato (ovvero, cadano all'interno della finestra di guardia).

Una rete **k-SFN** (che può anche dirsi rete MFN con estensioni realizzate attraverso SFN locali) è una rete costituita da k>1 "sottoreti" isofrequenziali (SFN locali), ciascuna delle quali utilizza la composizione degli echi iso-frequenza che cadono all'interno della finestra di guardia. In particolare, in una rete k-SFN a servizio nazionale si compongono tutti gli echi iso-frequenza che cadono nella finestra di guardia, mentre in una rete k-SFN a servizio regionale si compongono costruttivamente i soli echi iso-frequenza in guardia che giungono al ricevitore provenienti da siti la cui area di servizio appartenga alla regione in esame.La copertura totale di una rete k-SFN nella specifica area geografica è data dalla somma delle coperture delle k "sottoreti".

Infine, una rete **MFN** è una rete multifrequenza che non prevede la composizione costruttiva degli echi iso-frequenza che giungono al ricevitore all'interno della finestra di guardia. Una rete MFN può svolgere un servizio nazionale, regionale o di area locale. In questo documento, al fine di limitare il lavoro di simulazione ai casi ritenuti più significativi, vengono analizzate esclusivamente le prestazioni delle reti MFN che utilizzino 4 frequenze (MFN 4f). In una rete MFN si valuta il servizio utilizzando i parametri del Canale di Rice riportati nel paragrafo 2.2.

I risultati ottenuti vengono riportati in dettaglio nel paragrafo 2.4.5. In sintesi:

a) Una rete SFN a servizio nazionale permette di raggiungere, con un numero di siti inferiori ai 487 del PNAF, un grado di copertura del territorio pari al 73%, al 69% e al 64% e la copertura di tutti i capoluoghi di provincia rispettivamente per le bande III, IV e V. Per quanto riguarda la popolazione, le percentuali di copertura sono, rispettivamente, pari al 91%, all' 89% e all'86%.

b) Con le reti k-SFN a servizio nazionale si ottengono percentuali di estensione del servizio in termini di territorio e popolazione maggiori delle reti SFN, anche se con un numero di siti superiore di 30-40 unità, ma sempre inferiori ai 487 del PNAF. In particolare, con le reti 2-SFN si raggiungono percentuali di servizio di circa l'84% (banda III), 78% (banda IV) e 74% (banda V) per quanto riguarda il territorio, e di circa il 96% (banda III), il 94% (banda IV), il 92% (banda V) per la popolazione. Con le reti 3-SFN le percentuali di servizio sono di circa l'87% (ban-

Pianificazione della rete di diffusione

da III), l'81% (banda IV) e il 78% (banda V) per il territorio, e di circa il 98% (banda III), il 96% (banda IV), il 94% (banda V) per la popolazione. Per quanto riguarda le reti k-SFN a servizio regionale, si hanno in tutti i casi gradi di servizio inferiori di alcuni punti percentuali rispetto alle reti nazionali.

c) Con riguardo alle reti MFN a servizio di area locale, per le quali tutti i segnali iso-frequenza sono considerati interferenti, le simulazioni hanno indicato che il numero di frequenze da utilizzare non può essere inferiore a 4 se si vuole un livello di servizio di "qualità buona" su almeno l'80% del territorio. Queste reti realizzano un servizio più esteso di quello assicurato dalle reti SFN, ma inferiore a quello delle reti k-SFN.

I dati ottenuti per gli altri scenari indicano che, rispetto allo "scenario di piano":

- lo "scenario di piano equivalente" dà risultati migliori per le bande IV e V, ma non per la banda III, specialmente per quanto riguarda la popolazione servita;
- lo "scenario VHF" migliora di qualche punto il livello del servizio per il territorio e per la popolazione, salvo che per le reti SFN, rispetto alle quali si vengono a perdere circa 3 punti per la popolazione;
- lo "scenario UHF" migliora di alcuni punti il servizio per il territorio e la popolazione.

Va segnalato che per gli ultimi due scenari i siti utilizzati vanno da 938 (SFN – banda III) a 1412 (3-SFN banda V), rispetto al numero massimo dei siti utilizzati dallo scenario di piano per le reti 3-SFN banda V, pari a 468.

Sembrano opportune, a questo punto, alcune considerazioni sul ruolo degli scenari. Lo "scenario di piano" e lo "scenario di piano equivalente" forniscono indicazioni importanti per la fase introduttiva della televisione digitale terrestre: grazie ad essi è possibile effettuare valutazioni "costi/benefici" sia in termini di efficienza nell'utilizzo dello spettro sia in termini di numero di impianti necessari per ottenere determinate estensioni di servizio. Lo "scenario VHF" e lo "scenario UHF" analizzano invece gli aspetti legati all'estensione della televisione digitale, in una fase cioè di maturità del servizio. Per quanto sia possibile avviare il sistema anche mediante l'utilizzo di reti SFN, eventuali estensioni del servizio su tutto il territorio, sia esso nazionale o regionale/locale, richiedono configurazioni miste MFN-SFN.

2.2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI

In questo paragrafo si elencano alcuni dei modi operativi della DVB-T, insieme ai relativi parametri tecnici finalizzati alla valutazione della copertura del servizio, alla stima e ottimizzazione della capacità del Piano nazionale delle frequenze, alla verifica della compatibilità interferenziale fra i vari servizi.

2.2.1 Modo operativo

2.2.1.1 Modulazione/codifica di canale

Le valutazioni delle coperture saranno effettuate relativamente a tre modalità operative, rappresentative del sistema DVB-T, come riportato nel paragrafo 2.2.10.

2.2.1.2 Numero portanti e intervallo di guardia (Tg)

2K o 8K per reti MFN; Tg/Tu=1/32.
2K per reti MFN e ricezione mobile; Tg/Tu=1/32.
8K per reti SFN (distanza TX fino a circa 50-60 Km); Tg/Tu=1/4.

2.2.2 Tipologia di ricezione

Saranno considerate le seguenti tipologie di ricezione:

- fissa (alta priorità)
- portatile indoor
- mobile (bassa priorità)

2.2.3 Tipo di antenna

Nell'analisi di copertura sarà tenuta in considerazione la direttività dell'antenna ricevente per il caso della ricezione fissa. L'antenna punterà al trasmettitore principale che copre la relativa area di servizio (campo medio più alto)[1].

- Altezza antenna ricevente (agl): 10 metri per ricezione fissa; 1.5 m per ricezione portatile indoor (piano terreno) e mobile.
- Discriminazione di polarizzazione: da tenere in considerazione solo per ricezione fissa.
- Direttività e guadagno: secondo maschera ITU R BT.419.
- Antenna per ricezione fissa: i guadagni d'antenna usati per calcolare il minimo livello di segnale medio è fornito in tabella 2-1 (Cfr [1] pag.31)[2] :

Tabella 2-1 Guadagni d'antenna per ricezione fissa

200 MHz	500 MHz	800 MHz
7 dB	10 dB	12 dB

In banda 4 e 5, la variazione del guadagno d'antenna con la frequenza può essere tenuta in considerazione sommando un termine di correzione empirico (Cfr [1] pag.31):
Corr: 10 log10 (F_A/F_R) [dB]; Dove:
F_A = frequenza attuale
F_R = frequenza di riferimento
• Antenna per ricezione portatile e mobile: si differenzia da quella fissa per l'assenza di guadagno e direttività. (Cfr [1], pag.33)

Tabella 2-2
Guadagni d'antenna per ricezione portatile e mobile

UHF	VHF
0 dB	-2,2 dB

2.2.3.1 Perdita di feeder

• Antenna per ricezione fissa: i guadagni d'antenna usati per calcolare il minimo livello di segnale medio sono forniti in tabella 3 (Cfr [1] pag.31):
• Antenna per ricezione portatile e mobile: si può assumere che la ricezione portatile abbia perdita di feeder di 0 dB (Cfr [1] pag.33).

Tabella 2-3
Perdita di feeder per ricezione fissa

200 MHz	500 MHz	800 MHz
2 dB	3 dB	5 dB

(1) Si noti che nelle simulazioni di tipo Montecarlo si ottengono risultati migliori, perché l'antenna viene puntata al trasmettitore che dà il contributo più alto di campo effettivo, piuttosto che di campo medio.

(2) Riferimenti:
[1] Chester Agreement ANNEX 1 (CH97)
[2] CEPT/EBU "Report on planning and introduction of Digital Terrestrial Television (DVB-T) in Europe"
[3] Documento [EBU] per metodo k-LNM

Pianificazione della rete di diffusione

2.2.4 Tipologia di rete

- **MFN**
- **SFN**

Entrambe devono essere analizzate nel contesto della copertura del territorio nazionale.

Frequenze di riferimento per i calcoli:

- **UHF (banda III) 200 MHz**
- **UHF (banda V) 800 MHz** Per le altre frequenze si può utilizzare la seguente formula correttiva empirica (Cfr [1] pag.31):

Corr = 20 $\log_{10}(F_A/F_R)$ [dB]; Dove:

F_A = frequenza attuale
F_R = frequenza di riferimento
Ad esempio, per il CH 66 (frequenza centrale del canale = 834 MHz), Corr = 0,36 dB

2.2.5 Prestazioni in presenza di rumore gaussiano

2.2.5.1 C/N richiesto

In base allo schema di modulazione/codifica adottato come illustrato in tab.2-4 (Cfr [1] pag.28):

C/N richiesto per avere BER = 2E-4 dopo Viterbi tab. 2-4

		required C/N for BER = 2 x 10^{-4} after Viterbi QEF after Reed-Salomon			Useful bit-rate (Mbit/s)			
		CHANNEL			$\Delta = T_g / T_u$			
Modulation	Code Rate	Gaussian	Ricean (F_1)	Rayleigh (P_1)	1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,1	3,6	5,4	4,98	5,53	5,85	6,03
QPSK	2/3	4,9	5,7	8,4	6,64	7,37	7,81	8,04
QPSK	3/4	5,9	6,8	10,7	7,46	8,29	8,78	9,05
QPSK	5/6	6,9	8,0	13,1	8,29	9,22	9,76	10,05
QPSK	7/8	7,7	8,7	16,3	8,71	9,68	10,25	10,56
16 QAM	1/2	8,8	9,6	11,2	9,95	11,06	11,71	12,06
16 QAM	2/3	11,1	11,6	14,2	13,27	14,75	15,61	16,09
16 QAM	3/4	12,5	13,0	16,7	14,93	16,59	17,56	18,10
16 QAM	5/6	13,5	14,4	19,3	16,59	18,43	19,52	20,11
16 QAM	7/8	13,9	15,0	22,8	17,42	19,35	20,49	21,11
64 QAM	1/2	14,4	14,7	16,0	14,93	16,59	17,56	18,10
64 QAM	2/3	16,5	17,1	19,3	19,91	22,12	23,42	24,13
64 QAM	3/4	18,0	18,6	21,7	22,39	24,88	26,35	27,14
64 QAM	5/6	19,3	20,0	25,3	24,88	27,65	29,27	30,16
64 QAM	7/8	20,1	21,0	27,9	26,13	29,03	30,74	31,67

La tabella 2-4 non include nessun margine d'implementazione.

• Canale Rice per ricezione fissa.
• Canale Rayleigh per ricezione portatile.
• Canale Rayleigh + 4 dB per ricezione mobile.

2.2.5.2 Margine di implementazione

Misure di laboratorio hanno stabilito che in prima approssimazione si può considerare un valore fisso di 3 dB per ogni modo operativo (Cfr [1] pag.27). Questo include un margine di 2.5 dB per il ricevitore e di 0.5 dB per la catena di diffusione.
(Valutazioni accurate indicano che i margini di implementazione dei ricevitori crescono all'aumentare della efficienza spettrale di modulazione/ codifica e della frequenza. I valori indicati possono essere troppo stringenti per il 64QAM rate 5/6 e 7/8).

2.2.5.3 Cifra di rumore del tuner

Sia per la ricezione fissa sia per quella mobile si assume un valore di cifra di rumore (NF) pari a 7 dB, come indicato da CEPT nel Chester Agreement (Cfr [1] pag.33).
N. B.: tale valore va inteso come valore da utilizzare per le simulazioni di copertura e non come valore minimo richiesto per il ricevitore d'utente. Ad esempio, EACEM indica il valore NF=8 dB come riferimento soddisfatto dal 100% dei ricevitori. Per quanto riguarda la specifica dei ricevitori, si assume NF= 7 dB come il valore raccomandato, e NF=8 dB come il valore massimo. Si ipotizza che la percentuale dei ricevitori con (8 dB > NF >7 dB) sia sufficientemente poco elevata da non abbassare in modo significativo la probabilità di copertura media.

2.2.6 Rapporti di protezione dalle interferenze co-canale

2.2.6.1 DVB-T interferito da DVB-T

Valori variabili a seconda del modo operativo, così come indicato in tabella 2-5 (Cfr [1] pag.41, Tab. A1.17):

Tabella 2-5
Rapporti di protezione co-canale, DVB-T interferito DVB-T

Modulazione	Code rate	PR (*) Gaussiano	PR (**) Rice	PR (**) Rayleygh
QPSK	1/2	5	7	8
16-QAM	1/2		13	14
16-QAM	3/4	14	16	20
64-QAM	1/2		18	19
64-QAM	2/3	19	20	22

(*) da misure in IF loop, modo 2k; (**) risultati estrapolati

2.2.6.2 DVB-T interferito da TV analogica

Valori variabili in base al modo operativo, come indicato in tabella 6 (Cfr [1] pag.42, Tab. A1.18).

Tabella 2-6
Rapporti di Protezione co-canale. DVB-T interferito PAL

	Rapporti di protezione														
costellazione	QPSK					16-QAM					64-QAM				
code rate	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
CW e PAL/SECAM con teletext e portanti audio	-12	-8	-5	2	6	-8	-4	0	9	16	-3	4	10	17	24

(l'offset del PAL rispetto al DVB-T non sarà tenuto in conto, per lasciare un margine al piano)

Pianificazione della rete di diffusione

2.2.6.3 TV analogica interferita da DVB-T

PR(CCI) = 34 dB
per interferenza Troposferica
PR(CCI) = 40 dB
per interferenza Continua

In tabella 2-7 sono riportati i PR per i vari sistemi analogici
(Cfr [1] pag.45, Tab. A1.24)

Tabella 2-7
Rapporti di Protezione: PAL interferito DVB-T

Sistema analogico	Interferenza Troposferica	Interferenza Continua
PAL B,B1,G,D,K	34	40
PAL I	37	41
SECAL L	37	42
SECAM D,K	35	41

2.2.7 Probabilità di copertura e fattore di correzione delle località

Probabilità di copertura in una piccola area:

95% = buona;
70% = accettabile.

Ai fini del calcolo della percentuale di copertura della popolazione o del territorio, una piccola area è da considerarsi coperta se raggiunge la probabilità di copertura prestabilita. Entrambe le percentuali menzionate (95% e 70%) devono essere valutate, con preferenza del 95% per la ricezione fissa e mobile, e del 70% per la ricezione portatile indoor (più difficile a causa dell'attenuazione determinata dagli edifici).

Griglia di riferimento 100*100 m,
sigma = 5,5 dB
Griglia di riferimento 250*250 m,
sigma = 5,5 dB

2.2.7.1 Fattore di correzione delle località e della propagazione

Il fattore di correzione delle località (location correction factor) indica l'incremento del valore di campo che permette di passare dal 50% all'x% di probabilità di copertura. In base all'ipotesi di distribuzione log-normale del campo (contributo di un singolo trasmettitore) è possibile calcolare il fattore di correzione [dB] in funzione della deviazione standard per varie probabilità x% di copertura.

C_1 = μ x σ (Cfr [1], pag.29)
μ = 0.52 per 70%
768 μ =1.64 per 95%
σ = 5.5 dB
per ricezione esterna (fissa e mobile)
σ = 6.3 dB (VHF) ; 8.1 dB (UHF)
per ricezione indoor (fissa e mobile)

Tabella 2-8
Fattore di correzione delle località

	VHF		UHF	
	70%	95%	70%	95%
Autdoor fissa e mobile	2,9 dB	9 dB	2,9 dB	9 dB
Indoor	3 dB	10 dB	4 dB	14 dB

Il fattore di correzione della propagazione (propagation correction factor, per calcoli interferenziali, Cfr[1], pag 58) è:

C = $\sqrt{2}$ μ x σ
C = fattore di correzione per la propagazione
μ = fattore di distribuzione (distribution factor)
σ = deviazione standard in dB (standard deviation)

x% Location probability	μ distribution factor	C Propagation Correction factor (□ □= 5,5 dB)	Copertura
95%	**1,64**	**13 dB** (12,75)	Buona
90%	1,28	10dB (9,97)	
80%	0,84	7dB (6,53)	
70%	**0,52**	**4dB** (4,08)	Accettabile
50%		0dB (0)	

2.2.7.2 Metodi statistici approssimati di composizione dei campi

Per sommare i contributi di vari trasmettitori (sia per il calcolo delle interferenze sia per il calcolo del segnale utile equivalente in una SFN), si fa riferimento al metodo k-LNM [(somma di contributi con statistica log-normale, con pesatura dei singoli contributi)] presentato da [EBU] nel documento [3]. Tale metodo approssimato ha il vantaggio di essere molto più rapido dal punto di vista computazionale rispetto al metodo "esatto" Montecarlo (simulazione della combinazione statistica dei vari contributi log-normali). Nel caso di più contributi, il location correction factor deve essere calcolato caso per caso, utilizzando la distribuzione statistica approssimata.

2.2.8 Percentuale di tempo interferenze

- 1% per MFN o SFN per echi fuori da GI.
- 50% per SFN per echi entro GI (in questo caso gli echi non sono da considerarsi come interferenze, si veda il paragrafo 9).

2.2.9 Pianificazione SFN

La valutazione delle coperture utilizzerà il modello indicato in [2] pag. A3-3.
Il rapporto C/(N+I) disponibile relativo agli echi artificiali (contributi SFN) è dato dalla formula, dove:
Ci è il contributo dell'eco i-esimo all'ingresso del ricevitore;
C è la potenza effettiva totale del segnale utile;
I è la potenza effettiva dell'interferenza;
Wi è il fattore di peso della componente i-esima;
T_f è l'intervallo di corretta equalizzazione.
Attualmente i ricevitori danno T_f =Tg =Tu/4.
L'algoritmo di ricezione più sofisticato CD3 (proposto da RAI e compatibile con la norma DVB-T), che permette T_f =Tu/2, non è attualmente disponibile in chip commerciali, ma solo a livello prototipale.
La valutazione delle coperture sarà effettuata con T_f =Tu/4 (alta priorità); con più bassa priorità, si valuteranno anche i vantaggi offerti da T_f =Tu/2.

Pianificazione della rete di diffusione

Il sistema DVB-T può operare in una data località quando il C/(N+I) aggregato è maggiore o uguale di EPT:

C/N_F = rapporto segnale / rumore richiesto dal sistema su canale Rice, vedi Tabella 2-4;
C/N_P = rapporto segnale / rumore richiesto dal sistema su canale Rayleigh, vedi Tabella 2-4;
Δ_1 = margine totale di implementazione del sistema = 3 dB (vedi paragrafo 5);
Δ_2 = 0 dB.

Ka = criticità del canale: è il rapporto (in dB) tra la potenza del contributo principale e la somma delle potenze degli altri contributi all'interno dell'intervallo di corretta equalizzazione T_f (se Ka<0 dB, allora Ka viene forzato a 0 dB). Per i metodi statistici approssimati (non simulazioni Montecarlo) le potenze da considerare sono quelle medie (50% delle locazioni).

2.2.9.1 Scelta finestra temporale nel ricevitore

Gli algoritmi utilizzati nei ricevitori commerciali non sono pubblicamente disponibili. Per semplicità nelle valutazioni di copertura si propone di aprire la finestra sul primo contributo (oppure sul primo contributo che abbia una potenza non inferiore di 25 dB rispetto al contributo dominante).
Si ritiene che le coperture ottenute con tale metodo siano molto simili a quelle relative all'algoritmo ottimo (massimizzazione della potenza nella finestra), tuttavia è consigliabile effettuare ulteriori verifiche.

2.2.10 Esempi di modi operativi per l'analisi di copertura

2.2.10.1 Ricezione "fissa", rete SFN e MFN (alta priorità)

Antenna direttiva a 10 m (a.g.l.), con e senza discriminazione di polarizzazione, puntamento come analogico

Modulazione 64QAM 2/3, 8K portanti;
Tg = Tu/4 (SFN) Tg = Tu/32 (MFN)

PR(CCI) = 4 dB DVB-T interferito da PAL

PR(CCI) = 34 dB PAL interferito da DVB-T (interf. troposferica)

PR(CCI) = 40 dB PAL interferito da DVB-T (interf. continua)

Probabilità copertura 95% (alta priorità) e 70% (bassa priorità)

Fattore correttivo di propagazione C=13 dB (95%), C=4 dB (70%)

2.2.10.2 Rete MFN

EPT = C/N richiesto = 20 dB (Rice)

PR(CCI) = 20 dB DVB-T interferito da DVB-T

VHF (banda III – 200 MHz)

Campo minimo medio (95% locazioni, location factor 9dB) = 48 dBµV/m

UHF (banda V – 800 MHz)

Campo minimo medio (95% locazioni, location factor 9dB) = 57 dBµV/m

2.2.10.3 Rete SFN

EPT : formule al paragrafo 9, Cfr [2], a seconda della configurazione degli echi attivi.

PR(CCI) = 22 dB DVB-T interferito da DVB-T (es: echi fuori dall'intervallo di guardia).
Per il calcolo approssimato del campo minimo, si può utilizzare il caso peggiore EPT= 22 dB (canale Rayleigh).

VHF (banda III – 200 MHz)
Campo minimo medio (95% locazioni, location factor 9 dB) = 50 dBµV/m

UHF (banda V – 800 MHz)
Campo minimo medio (95% locazioni, location factor 9 dB) = 59 dBµV/m

2.2.10.4 Ricezione portatile indoor, rete MFN

Antenna omnidirezionale
Modulazione 64QAM rate 2/3 (alto bit-rate) e 16QAM rate 1/2 (sistema robusto)
PR(CCI) = 34 dB PAL interferito da DVB-T (interferenza troposferica)
PR(CCI) = 40 dB PAL interferito da DVB-T (interferenza continua)
Probabilità di copertura 70%
Fattore correttivo di propagazione C=4 dB (70%)
Riferimento piano terra (ground floor)

64 QAM rate 2/3
PR(CCI) = 4 dB DVB-T interferito da PAL
PR(CCI) = 22 dB DVB-T interferito da DVB-T
C/N (Rayleigh) = 22 dB

VHF (banda III – 200 MHz)
Campo minimo medio (70% locations, location factor 3 dB) = 69 dBµV/m
UHF (Banda V – 800 MHz)
Campo minimo medio (70% locations, location factor 4 dB) = 80 dBµV/m

16 QAM rate 1/2
PR(CCI) = -8 dB DVB-T interferito da PAL
PR(CCI) = 14 dB DVB-T interferito da DVB-T
C/N (Rayleigh) = 14 dB

VHF (banda III – 200 MHz)
Campo minimo medio (70% locations, location factor 3 dB) = 61 dBµV/m
UHF (banda V – 800 MHz)
Campo minimo medio (70% locations, location factor 4 dB) = 72 dBµV/m

Pianificazione della rete di diffusione

2.2.10.5 Ricezione mobile, rete MFN

16 QAM rate 1/2
C/N (Rayleigh+4dB) =18 dB
PR(CCI) = -8 dB DVB-T interferito da PAL
PR(CCI) = 34 dB PAL interferito da DVB-T (interferenza troposferica)
PR(CCI) = 40 dB PAL interferito da DVB-T (interferenza continua)
PR(CCI) = 18 dB DVB-T interferito da DVB-T
Fattore correttivo di propagazione C=13dB (95%)

VHF (banda III – 200 MHz)
Campo minimo medio (95% locations, location factor 9 dB) = 63 dBµV/m
UHF (banda V – 800 MHz)
Campo minimo medio (95% locations, location factor 9 dB) = 74 dBµV/m

2.3 MODELLO NAZIONALE DI PREVISIONE DI CAMPO

Questo paragrafo descrive il modello di previsione di campo elettromagnetico per i servizi di radiodiffusione televisiva e sonora (di seguito definito Modello nazionale).
Il modello intende fornire indicazioni di natura statistica: esso fornirà il valore mediano del campo elettromagnetico previsto riferito ad un punto di ricezione sul territorio (detto punto di verifica) e relativo ad una porzione di territorio, che definiamo area elementare, centrata attorno al punto di ricezione stesso. Quest'ultimo è rappresentato da un'antenna posta ad una altezza di dieci metri dal suolo.
Le differenze relative alle varie modalità di ricezione (ad esempio in interni, su mezzi mobili, o con antenne ad altezza diversa) dovranno, pertanto, essere considerate separatamente. La definizione dei valori minimi di campo e dei rapporti di protezione necessari per ottenere una copertura con i livelli di qualità desiderati è funzione delle dimensioni e della destinazione d'uso dell'area elementare stessa, ma non viene considerata in questo documento. Quanto segue, pertanto, ha una validità generale, indipendentemente dalle caratteristiche dell'area.
La precisione del modello è il risultato di un compromesso tra la complessità dell'algoritmo, la risoluzione della base dati (introdotta di seguito) e valutazioni di ordine pratico (relative ai tempi di calcolo e all'affidabilità delle informazioni relative agli impianti di trasmissione). Occorre dire che si attende un errore quadratico medio nel raffronto tra valori previsti e valori reali che può giungere fino a valori di alcuni dB, e un errore medio che tende statisticamente ad annullarsi (nei limiti resi possibili da specifici fattori correttivi che hanno lo scopo di eliminare ogni polarizzazione degli errori). Ne consegue che vi sarà differenza tra l'area di copertura prevista e quella reale, significativa per un singolo trasmettitore, ma che tenderà ad annullarsi al crescere del numero dei trasmettitori considerati. Si ipotizza che, detto N il numero di osservazioni effettuate (pari al numero di trasmettitori considerati), l'incertezza si ridurrà secondo una legge proporzionale alla radice quadrata di N.
L'approccio statistico adottato non prevede che all'esecuzione dei calcoli di previsione

del campo elettromagnetico seguano operazioni di allineamento dei valori previsti basati su valori di campo misurati sul territorio.

2.3.1 Definizione di modello nazionale

Alla luce delle finalità esposte nel paragrafo precedente, appare opportuno definire che cosa si intende per "modello nazionale".
Il modello nazionale risulta composto da due elementi:

1. **un database del territorio nazionale italiano (almeno)**;
2. **un algoritmo di calcolo dell'intensità del campo elettromagnetico generato da una sorgente.**

Le proprietà di cui devono godere i due elementi sono oggetto del presente documento.
Il modello nazionale è destinato alla verifica della copertura nazionale ottenibile con un sistema di broadcasting in banda VHF/UHF e quindi ogni utilizzo del modello stesso al di fuori di questo ambito porta a risultati non attendibili.

2.3.2 Limiti del modello nazionale

Il modello nazionale è una "black-box", funzionante indipendentemente dalla localizzazione sul territorio delle stazioni del sistema di broadcasting che analizza. La definizione di opportune procedure che garantiscano la conformità dei dati relativi al sistema televisivo digitale terrestre al formato di ingresso dell'algoritmo sono al di fuori delle finalità del modello nazionale. Inoltre la verifica di congruenza (il cosiddetto "riallineamento del database") o la definizione di criteri di congruenza tra il sistema di broadcasting reale ed i dati in ingresso all'algoritmo di previsione sono procedure non definite nell'ambito del modello nazionale.
Analogamente, l'uscita del modello nazionale potrà essere convertita secondo criteri diversi, che comunque non sono oggetto di trattazione nel presente documento: essa infatti non si presta a finalità diverse dalla valutazione della percentuale di territorio nazionale nella quale è assicurata copertura, così come definito dai dati di ingresso.

2.3.3 Coordinamento internazionale

In ambito internazionale, il WP 11 C della Commissione 11 dell'UIT-R ha affrontato il problema dell'uniformità dei modelli di previsione. In seno alla Commissione è prevalso l'orientamento di lasciare piena libertà operativa ai singoli paesi nell'ambito del territorio nazionale. Per il coordinamento internazionale si suggerisce invece l'impiego della raccomandazione ITU-R PN.370. Il modello nazionale deve essere pertanto in grado di rifarsi alle disposizioni contenute nella raccomandazione.
Si auspica tuttavia che il modello presentato di seguito sia esteso alle questioni di coordinamento bilaterale, per consegire risultati più precisi di quelli ottenibili con la raccomandazione ITU. Occorre, comunque, pen-

Pianificazione della rete di diffusione

sare di calibrare il modello per ottimizzarne le prestazioni, qualora esso debba essere utilizzato con datebase di risoluzione diversa da quella prevista in questo documento.

2.3.4 Definizione dei parametri di propagazione

La propagazione elettromagnetica in ambiente reale è un fenomeno complesso del quale si possono offrire solo alcuni modelli semplificati e strutturati, utilizzabili solo in casi specifici.
Per la previsione dell'intensità di campo elettromagnetico per il sistema di interesse, si farà riferimento in questo documento ad un modello di propagazione in spazio libero del segnale. Il modello è opportunamente modificato così da includere gli effetti macroscopici di principale interesse che fanno deviare la propagazione reale dal caso ideale. Non tutti i possibili effetti macroscopici sono presi in considerazione in quanto l'obiettivo è quello di un modello non ridondante.
Esistono in letteratura svariate ipotesi che possono guidare nella definizione del modello di propagazione. Si ritiene che alcune di esse siano di utilità per questo progetto, ma si pensa che il progetto abbia caratteristiche di unicità tali da imporre la ricerca di soluzioni specifiche e una deviazione rispetto alle tesi già pubblicate.
Le indicazioni relative alla copertura del territorio mediante broadcasting sono generalmente riferite al modulo del valore mediano[3] efficace del campo elettromagnetico garantito per una percentuale di tempo pari ad X (E = E(50,X)). Nel seguito del documento si farà riferimento a una densità di potenza attiva P [W/m^2], legata al valore mediano efficace del campo elettromagnetico dalla relazione (approssimata, adimensionale) 120 πP= E2 (errore relativo inferiore allo 0.1%). La densità di potenza attiva in spazio libero nella direzione θ [rad] ad una distanza r [m] dalla sorgente è legata all'ERP [W] del sistema radiante nella direzione θ [rad] dalla relazione $P_0 = ERP(\theta)/(4 \pi r^2)$.
L'algoritmo del modello nazionale dovrà calcolare, per ogni coppia di punti geografici, alcune grandezze che, convenzionalmente, indicheremo come relative al segnale utile e al segnale interferente.

2.3.5 Caratterizzazione del segnale utile

La densità di potenza utile ricevuta in un punto è calcolata lungo la tratta di lunghezza minima (arco minimo sul geoide di riferimento) congiungente il sistema radiante ed il ricevitore.

La densità di potenza del segnale utile è
[dBW] $P_u = P_0 - A_d(k_u) - A_m$

Il valore di $A_d(k_u)$ [dB] è il valore di attenuazione per diffrazione sul percorso di propagazione costituito da due termini
$A_{d1}(k_u) + A_{d2}(k_u) = A_d(k_u)$

Il primo termine dà conto delle perdite di diffrazione per terra sferica. Il secondo termine dà conto delle perdite di diffrazione per ostacoli naturali posti sul percorso. Il parametro **k_u** è dipendente dal valore di X, definito nella sezione precedente[4] .

(3) L'aggettivo "mediano" è riferito alla distribuzione statistica che segue la densità di potenza elettromagnetica nell'area elementare attorno ad un punto di previsione.

(4) Il parametro ku è anche dipendente dalla morfologia del percorso di propagazione in quanto, per percentuali di tempo superiori al 50%, le curvature equivalenti dell'atmosfera su tragitto terrestre e marino sono differenti. Per semplicità, questa dipendenza verrà esplicitata solo nell'appendice A.

Il valore A_m [dB] è un margine correttivo che consente di trasformare il valore mediano della densità di potenza in un valore di 'coda' della distribuzione statistica su un'area di dimensioni superiori a quelle dell'area elementare. È quindi la somma di due termini: il primo, con riferimento alla griglia dei punti di verifica che può presentare valori di distanza fra punti adiacenti fino a 500 metri, corregge la previsione mediana sul quadrato di 100 m di lato in una previsione su un quadrato di lato maggiore; il secondo modifica il valore mediano in un valore al di sotto del quale la densità di potenza non scende per almeno una percentuale Y dei punti presenti nell'area.

2.3.6 Caratterizzazione del segnale interferente

Il segnale interferente è caratterizzato da due valori di densità di potenza attiva:

$$P_{ir} = P_0 - A_d(k_i) - A_m$$

$$P_{its} = P_0 - A_{ts} - A_m$$

La densità Pir è analoga alla densità Pu a meno del termine di perdita per diffrazione $A_d(k_i) = A_{d1}(k_i)+A_{d2}(k_i)$, riferito al parametro k_i, generalmente diverso da k_u, che estende la previsione ad una percentuale di tempo X'diversa da X (vedi inoltre la nota 2). La densità P_{its} è invece una potenza attiva interferente irradiata verso il punto di previsione a causa del fenomeno di diffusione troposferica (troposcatter). L'intensità del troposcatter è funzione dell'ampiezza angolare dell'arco minimo e della differenza tra gli angoli dell'orizzonte ottico alla sorgente e al punto di previsione, calcolati in condizioni di atmosfera standard e quindi anche del valore dell'ERP del trasmettitore all'orizzonte.

2.3.7 Database geo-morfologico

Il database geo-morfologico contiene i dati relativi all'altimetria, al profilo morfologico e alla destinazione d'uso del territorio italiano. Per renderlo compatibile con il Modello nazionale deve essere esteso per le informazioni altimetriche alla chiusura convessa del territorio nazionale.
I dati digitalizzati sono ottenuti a partire da una grigliatura regolare del territorio: la griglia ha almeno passo in longitudine di 10" e di 7".5 in latitudine. L'informazione contenuta all'interno delle areole della griglia fa riferimento a:

- altezza massima e media;
- morfologia, limitatamente alle indicazioni terra o mare;
- destinazione d'uso, limitatamente alle indicazioni abitato o non-abitato[5].

2.3.8 Algoritmo di calcolo dell'attenuazione. Finalità

L'algoritmo di calcolo del Modello nazionale richiede in ingresso due coordinate geografiche di punti appartenenti al territorio italiano, alle quali si farà riferimento in seguito come T (sorgente di radiazione) e R (punto di previsione) e calcola i valori di P_u, P_{ir} e P_{its}, per un ERP di 1 kW (ipotesi di radiatore isotropico).

(5) Previa l'identificazione di una soglia minima di densità di abitazione che permetta di definire la destinazione in modo univoco: in prima istanza si può assumere questo valore pari a 100 ab/km2

Pianificazione della rete di diffusione

2.3.8.1 Flusso dell'algoritmo

Richiede in ingresso le coordinate di T ed R. Del punto T richiede anche l'altezza del traliccio su cui è posizionato il sistema radiante (D_h) e la frequenza alla quale effettuare i calcoli.
Determina n punti sull'arco minimo, definiti tramite la relazione: $Q_j = T + j\, D_0$, dove D_0 è la distanza di campionamento, pari al massimo a 1 km, ***n*** è il quoziente intero del rapporto D/D_0, essendo D la distanza tra T ed R.

Per gli n+2 punti (Q_0=T, Q_{n+1}=R) estrae dal database le altezze (H_j)[6] e la morfologia. L'altezza del punto Q_0 è incrementata di D_h [m]. Estrae per il punto Q_{n+1} la destinazione d'uso: l'altezza del punto Q_{n+1} è incrementata di 15 m se il punto è abitato, di 10 m negli altri casi.
Trasforma l'insieme di n+2 coordinate in due insiemi di punti T1 e T2. Le ascisse dei punti in T1 e T2 (in metri) sono le distanze dei punti da Q_0.
Le ordinate dei punti sono determinate seguendo la raccomandazione ITU-R PN.834, impiegando il parametro k_u nel caso dell'insieme T1 ed il parametro k_i nel caso dell'insieme T2 come fattori di correzione del raggio di curvatura terrestre (vedi appendice A).

Calcola un'approssimazione dei valori

$$\mathbf{A_d(k_u) = A_{d2}(k_u)} \text{ ed } \mathbf{A_d(k_i) = A_{d2}(k_i)}^{7},$$

seguendo la revisione ITU 3/1007-E (corda tesa, accorpamento degli ostacoli, Deygout, vedi appendice B).
Calcola il valore A_{ts}, secondo quanto descritto nella raccomandazione ITU-R P.452:

$$\mathbf{A_{ts} = 190 + L_f + 20\ log(D) + 0.573\phi - 0.15N_0 + L_c + A_g - 10.1[-log(1/50)]0.7}$$

in cui la frequenza è espressa in Gigahertz, φ è la distanza angolare, e

$$\mathbf{L_f = 25log(f) - 2.5[log(f/2)]2}$$
$$\mathbf{L_c = 0.051\ exp(0.055G_t),\ G_t\ [dB]}$$
guadagno in trasmissione dell'antenna
$$\mathbf{N_0 = 320}$$
$$\mathbf{A_g = 0}$$

2.3.9 Rettificazione del profilo terrestre

La rettificazione del profilo terrestre può essere realizzata (nel caso di distanze piccole rispetto al raggio della terra) introducendo l'approssimazione parabolica del profilo terrestre[8] .
Indicando con k il valore di correzione della curvatura terrestre e con r_e [m] il raggio terrestre effettivo, si ponga $c = (2\ k\ r_e)^{-1}$:
l'ordinata y_i [m] dell'i-esimo punto dell'insieme T_x (x = 1,2) vale:

$$\mathbf{y_i = H_i - c\ Di^2\ (A\text{-}1)}$$

in cui D_i [m] è la distanza del punto Q_i da Q_0.
Qualora il valore di k risulti essere funzione della morfologia dei punti, è necessario modificare opportunamente la formula di rettificazione. Per semplicità si ipotizzi una varia-

(6) Il valore di Hi è univocamente definito dall'interpolazione bilineare sui valori delle altezze dei quattro punti del data-base geomorfologico che definiscono i vertici del più piccolo elemento di griglia contenente il punto Pi. L'altezza del trasmettitore e del ricevitoresi assume invece pari alla massima fra le altezze dei quattro punti più vicini.

zione dal valore k_1 nel punto Q_{i-1} al valore k_2 nel punto Q_i. La rettificazione si ottiene imponendo la continuità del profilo a un'ascissa media tra quelle dei due punti, $D_m = (i +1/2)D_0$. Posti $c_1 = (2\ k_1\ r_e)^{-1}$ e $c_2 = (2\ k_2\ r_e)^{-1}$ si modifica la (A-1) per i punti Q_j, $j >= i$ in:

$$y_i = H_i - c_2 D_i^2 - (c_1 - c_2) D_m^2 \quad \text{(A-2)}$$

La (A-2) può essere estesa a casi di ripetute variazioni della morfologia lungo il profilo.

A1. Dipendenza del fattore di correzione della curvatura terrestre dalla disponibilità

Le normative internazionali suggeriscono i seguenti valori per i parametri k_u e k_i in funzione della disponibilità:

	Disponibilità= 50.00%	Disponibilità= 90.00%	Disponibilità= 99.00%
Terra	1.3	1.6	4
Mare	1.3	2	10

Il valore del raggio terrestre si assume pari a $r_e = 6{,}370\ 10^3$ [m]

2.3.10 Calcolo dell'attenuazione da diffrazione

Il calcolo dell'attenuazione da diffrazione è operativamente suddiviso in tre passi:

- filtraggio dei picchi non attivi (c.d. "procedura della corda tesa")
- accorpamento dei picchi vicini
- calcolo del valore di attenuazione (Metodo di Deygout)

B1. Procedura della corda tesa

Il metodo consiste nell'identificare quei punti del profilo che sarebbero toccati da una corda tesa fra il trasmettitore e il ricevitore. Sebbene non sia più presente nella raccomandazione ITU-R P.526-5, la procedura è qui comunque introdotta per razionalizzare la struttura dell'algoritmo. Il filtraggio riduce l'insieme dei punti sulla tratta all'insieme dei cosiddetti "picchi attivi", assieme al trasmettitore e al ricevitore.

Si ponga $Q_{curr} = T$

Siano rispettivamente
y_{curr} l'altezza di T_{curr} e $D_{curr,j}$

la distanza di
Q_j da T_{curr} $(D_j - D_{curr})$:

per tutti i punti Q_j per i quali $D_{curr,j}$ è positiva,

si calcoli $a_i = (y_i - y_{curr}) / D_{curr,i}$

Si aggiunga alla lista dei picchi attivi il punto Q_i per il quale a_i è massima

Si ponga $Q_{curr} = Q_j$ e si ripeta la ricerca dal punto (2)

B2. Accorpamento dei picchi vicini

Va eseguito nel caso in cui la distanza di discretizzazione del profilo è approssimativamente pari al passo di griglia del database geo-morfologico. In questo caso, gruppi di

Pianificazione della rete di diffusione

ostacoli separati da distanze non superiori a d_{min} metri (opportunamente definita), vengono sostituiti da un unico ostacolo equivalente la cui posizione ed altezza sono tali da non alterare la geometria della corda tesa nella restante parte del profilo altimetrico.

Sia Q_k, Q_{k+1}, ..., Q_{k+N} l'insieme di N+1 picchi attivi da accorpare. Siano Q_b e Q_e rispettivamente i due picchi attivi precedente e successivo al gruppo.

Sia $a = (y_k - y_b) / (D_k - D_b)$ e
$b = (y_e - y_{k+N}) / (D_e - D_{k+N})$.

L'accorpamento sostituisce all'insieme degli ostacoli un unico ostacolo $Q_{a,k}$, a distanza

$D_{a,k} = (y_b - y_e - a\, D_b + b\, D_e) / (a-b)$
dal trasmettitore e di altezza a $(D_{a,k} - D_b)$.

B3. Metodo di Deygout

Sul profilo ottenuto vengono identificati i tre picchi principali.

Diciamo che Q_p è un picco principale se ha il massimo valore del parametro
$v = h_i^2 / (D_i (D - D_i))$ tra tutti i punti della tratta, avendo posto D pari alla lunghezza della tratta e D_i distanza del picco dal primo estremo della tratta ed h_i la distanza del picco dal segmento congiungente gli estremi della tratta.
Il primo picco principale è il picco principale della tratta T-R.
Suddivisa la tratta in due sottoinsiemi (T-Q_p e Q_p-R), il picco principale destro è il picco principale della tratta T-Q_p; il picco principale sinistro è invece il picco principale della tratta Q_p-R.

2.3.11 Interpolazione dei valori del data-base geo-morfologico

Può essere necessario interpolare, a partire dalle informazioni contenute nel database, il valore di altezza di un punto Q non appartenente all'insieme dei vertici della griglia. Il procedimento suggerito è quello dell'interpolazione bilineare, descritto qui di seguito. Siano A_1, A_2, B_1 e B_2 punti della griglia che definiscono il rettangolo curvilineo ad area minima contenente il punto Q. A_1 e A_2 e B_1 e B_2 hanno a coppie la stessa latitudine. Analogamente A_1 e B_1 e A_2 e B_2 hanno a coppie la stessa longitudine. La latitudine e la longitudine di A_1 siano le più piccole tra i 4 punti (vertice in basso a sinistra del rettangolo). Siano D_{long} e D_{lat} [rad] le lunghezze dei lati del rettangolo e d_{long} e d_{lat} le distanze angolari in longitudine e latitudine di Q da A_1.

Si indichi con h(x) l'altezza di uno dei punti (A_1, A_2, B_1, B_2 oppure Q).

Si ponga:
$h_1 = h(A_1)\,(1 - d_{long} / D_{long}) + h(A_2)\, d_{long} / D_{long}$

$h_2 = h(B_1)\,(1 - d_{long} / D_{long}) + h(B_2)\, d_{long} / D_{long}$

Allora si può porre:
$h(Q) = h_1\,(1 - d_{lat} / D_{lat}) + h_2\, d_{lat} / D_{lat}$

ferimenti
"Parametri di rete",
cumento finale del
ttogruppo di studio
L
"Modello nazionale
r la previsione dell'in-
sità del campo elet-
magnetico generato
sistemi terrestri
oadcast in banda VHF
JHF", Documento fi-
le del Sottogruppo di
idio B.2.
"The Chester 1997
ltilateral Coordination
reement relating to
chnical Criteria, Coor-
iation Principles and
ocedures for the intro-
ction of Terrestrial Di-
al Video Broadcasting
VB-T)", Chester 25
y 1997.

2.4 SCENARI DI PIANIFICAZIONE

Questo paragrafo riassume le ipotesi tecniche e gli scenari ai quali sono stati applicati gli algoritmi per la localizzazione degli impianti trasmissivi (siting) e per l'assegnazione delle frequenze. Le questioni relative all'architettura della rete necessaria per la distribuzione dei segnali verranno affrontate nel prossimo capitolo.

2.4.1 Introduzione

Nel paragrafo 2.1.3 sono stati introdotti i concetti di scenario, tipologia di rete e tipologia di servizio e sono state brevemente descritti i principali scenari (Scenario di piano, Scenario di piano equivalente, VHF e UHF) le principali tipologie di servizio (Servizio nazionale, regionale e di area locale) nonchè le principali tipologie di rete (SFN, k-SFN, MFN 4f). In questo paragrafo si descriveranno, in modo più dettagliato, i risultati ottenuti.
Il lavoro svolto si è basato sulle indicazioni presenti nella legge 249/97, indicazioni alle quali si è uniformato anche il Piano nazionale di assegnazione delle frequenze (PNAF) approvato il 30 ottobre 1998.
In particolare, nel caso del servizio nazionale e come semplice valore di riferimento utile per dare una chiave di lettura dei risultati delle simulazioni stesse, si sono presi in considerazione un servizio esteso all'80 % del territorio nazionale e la copertura di tutti i capoluoghi di provincia con qualità buona (95% dei luoghi). Tale scelta è stata effettuata nella ragionevole ipotesi che gli scenari che raggiungono tale obiettivo saranno in grado di consentire l'estensione graduale del servizio digitale fino alla copertura dell'attuale servizio analogico (espandibilità della copertura).
La metodologia utilizzata ha consentito di valutare l'andamento della copertura del territorio e della popolazione in funzione dell'insieme degli impianti attivati. Il risultato ottenuto garantisce che le reti digitali qui esaminate possano essere implementate in fasi successive (modularità della rete).
I risultati ottenuti rappresentano unicamente la base di partenza per l'individuazione dei metodi più opportuni per l'introduzione della DVB-T in Italia e per la valutazione degli obiettivi raggiungibili .

2.4.2 Parametri tecnici

2.4.2.1 Condizioni di ricezione

Si è considerato prioritario l'esame del caso di ricezione fissa del segnale, pur essendo stati messi a punto gli strumenti per effettuare una successiva valutazione del servizio con ricezione portatile indoor e mobile.
In particolare, i parametri utilizzati nell'ottimizzazione e nella simulazione di copertura sono i seguenti (cfr. paragrafo 2.2):
Ricezione fissa, rete SFN e MFN (alta priorità)
Antenna direttiva a 10 m (a.g.l), con e senza discriminazione di polarizzazione, puntamento come analogico, modulazione 64 QAM 2/3, 8k portanti; Tg=Tu/4 (SFN) Tg=Tu/32 (MFN)
PR(CCI) = 4 dB DVB-T interferito da PAL

Pianificazione della rete di diffusione

PR(CCI) = 34 dB PAL interferito da DVB-T (interf. troposferica)

PR(CCI) = 40 dB PAL interferito da DVB-T (interf. continua)
Probabilità copertura 95 % (alta priorità) e 70% (bassa priorità)
Fattore correttivo di propagazione
C = 13 dB (95%), C = 4dB (70%)

Rete MFN
EPT = C/N richiesto = 20 dB (Rice)
PR(CCI) = 20 dB DVB-T interferito da DVB-T

VHF (Banda III – 200 MHz)
Campo minimo medio (95% locazioni, location factor 9 dB) = 48 dBμV/m

UHF (Banda V – 800 MHz)
Campo minimo medio (95% locazioni, location factor 9 dB) = 57 dBμV/m

Rete SFN
EPT = C/N richiesto
+ Margine Implementazione = 19 + 3 dB
PR(CCI) = 22 dB DVB-T interferito da DVB-T (es. echi fuori dall'intervallo di guardia).
Per il calcolo approssimato del campo minimo,

si può utilizzare il caso peggiore
EPT = 22 dB (Canale Rayleigh)

VHF (Banda III – 200 MHz)
Campo minimo medio
(95% locazioni, location factor 9 dB) = 50 dBμV/m

UHF (Banda V – 800 MHz)
Campo minimo medio
(95% locazioni, location factor 9 dB) = 59 dBμV/m

2.4.2.2 Qualità del servizio

Per valutare la qualità di servizio si è fatto riferimento al seguente passo del paragrafo 2.2:
Probabilità di copertura in una piccola area:
95 % = buona
70 % = accettabile
Nel calcolo della percentuale di copertura della popolazione o del territorio, una piccola area è da considerarsi coperta se raggiunge la probabilità di copertura prestabilita.
Entrambi i casi (95 % e 70 %) dovranno es - seri valutati, con preferenza del 95 % per la ricezione fissa e mobile, e del 70 % per la ri - cezione portatile indoor (più critica a causa dell'attenuazione degli edifici).
I risultati riportati per ogni scenario con ricezione fissa sono perciò ricavati con probabilità di copertura superiore al 95 % dei luoghi compresi in un'area elementare di 100x100 m, un'ipotesi di servizio digitale con buona qualità. Nelle tabelle riportate nell'Allegato vengono presentati i risultati ottenuti dalle simulazioni di copertura con qualità compresa tra "accettabile" e "buona".

2.4.2.3 Finestra di guardia del ricevitore

La modalità di apertura della finestra temporale di guardia del ricevitore non sono state dettagliatamente definite nel paragrafo 2, laddove si sottolinea che:
• gli algoritmi utilizzati nei ricevitori commerciali non sono pubblicamente disponibili. Per semplicità nelle valutazioni di copertura si

))
nprecisione nella sti-
ı della copertura che
riverebbe dalla simu-
ione teorica con il mo-
llo nazionale è inac-
:tabile data la risolu-
ne del database oro-
ıfico utilizzato e del
:todo di calcolo dei
mpi elettromagnetici.

.)
particolarità dell'oro-
ıfia italiana e le pro-
:matiche tipiche della
)pagazione del cam-
elettromagnetico in-
cono a credere che
. richiesto un numero
siti con potenza ERP
nore di 200 W para-
nabile all'attuale.

propone di aprire la finestra sul primo contributo (oppure sul primo contributo che abbia una potenza non inferiore di 25 dB rispetto al contributo dominante).

• le coperture ottenute con tale metodo sono presumibilmente simili a quelle relative all'algoritmo ottimo (massimizzazione della potenza nella finestra), ma è consigliabile effettuare ulteriori verifiche.

Nella fase iniziale del progetto ottimo della rete si è deciso di fare riferimento, come suggerito nel documento [1][9] , sia alla finestra ottimizzata (ricevitore ottimo), sia alla finestra con apertura sul primo contributo che abbia una potenza non inferiore a 25 dB rispetto al contributo dominante (ricevitore semplice). Si parla di finestra ottimizzata nel caso in cui il ricevitore sia caratterizzato da una finestra temporale centrata, in ogni pixel, attorno all'istante di tempo che massimizza la potenza utile in essa contenuta. Dagli esperimenti fatti nel caso di rete SFN a Servizio nazionale, si è riscontrato che i risultati di copertura ottenuti con il ricevitore ottimo non differiscono mai più del 3% in eccesso rispetto a quelli ottenuti con il ricevitore semplice. Si è perciò deciso di adottare la finestra ottimizzata per simulare gli scenari.

2.4.2.4 Previsione di campo lettromagnetico e modello digitale del territorio

Per quanto concerne la valutazione della copertura del servizio digitale è stato necessario realizzare un programma per la stima del campo elettromagnetico.

Il segnale, scomposto in "segnale utile" e "segnale interferente", è stato stimato mediante un modello di calcolo deterministico denominato Modello nazionale che impiega un database territoriale di adeguata risoluzione.

In particolare, si è decomposto il territorio nazionale in 55012 pixel di circa 2 Km di lato e si è valutata l'intensità del campo elettromagnetico utile e interferente in ciascun pixel, in accordo alle metodologie ed ai parametri stabiliti nel paragrafo 3.

I calcoli sono stati effettuati utilizzando un database territoriale disponibile presso il Dipartimento di informatica e sistemistica dell'Università di Roma che ha una risoluzione planimetrica di base pari a 250 m.

2.4.3 Metodologia di pianificazione

Durante la sperimentazione sono state esaminate le prestazioni di reti a singola frequenza (SFN), reti a multifrequenza pura (MFN 4f), reti miste SFN-MFN (2-SFN, 3-SFN) per le tipologie di Servizio nazionale e regionale e per la banda III (VHF) e per le bande IV e V (UHF), oggi utilizzate per la diffusione del segnale televisivo analogico.

Per ciascuno scenario, per ciascuna tipologia di rete e per ogni tipologia di servizio è stato individuato il sottoinsieme dei siti candidati da attivare e si sono indicate le opportune modifiche da apportare ai diagrammi di antenna nominali. Inoltre, per l'insieme dei siti attivati, è stata determinata l'assegnazione di frequenze che massimizza il territorio e la popolazione serviti con qualità "buona".

Per conseguire i due obiettivi è stato realizzato un algoritmo di ottimizzazione che agisce sulla configurazione delle potenze e sull'assegnazione delle frequenze di servizio agli impianti di diffusione del segnale

Pianificazione della rete di diffusione

televisivo. Come funzione obiettivo è stata scelta la massimizzazione della percentuale di territorio servito con qualità buona.
L'algoritmo agisce sull'insieme di "siti candidati" che caratterizza lo scenario in esame e per i quali sono stati definiti opportuni diagrammi di antenna nominali. Per ciascun impianto candidato sono determinate la riduzione di potenza ottima (della stessa entità in tutte le direzioni) rispetto a quella nominale e la frequenza di servizio: entrambe consentono di massimizzare la percentuale di territorio servito con qualità buona. Per gli scenari ritenuti più significativi sono stati prodotti i seguenti output:

- la percentuale del territorio e della popolazione serviti con qualità "buona" sia con un Servizio nazionale sia con un Servizio regionale;
- i dati della rete di diffusione dopo l'ottimizzazione effettuata con gli algoritmi di siting;
- le mappe di estensione del servizio delle reti nazionali, regionali e locali;
- gli istogrammi della percentuale di servizio all'aumentare dei siti utilizzati.

2.4.4 Scenari esaminati

In questo paragrafo sono descritti gli scenari di rete digitale presi in considerazione in questo studio. Gli scenari esaminati sono :

- **Scenario di piano**
- **Scenario di piano equivalente**
- **Scenario VHF**
- **Scenario UHF**

Lo scenario definito dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze analogiche, assunto come scenario di riferimento, equivale allo Scenario di piano.
Lo Scenario di piano equivalente è caratterizzato da siti esistenti "equivalenti" a quelli definiti nel PNAF, ove per equivalente si intende un sito esistente corrispondente a un sito del PNAF.
Come si è già detto, il range di tolleranza indicato dall'Autorità nel PNAF per stabilire la corrispondenza è costituito da una fascia di 50" di distanza e da una differenza di 50 m in quota.

Il criterio di equivalenza è stato esteso fino a considerare equivalenti anche alcuni siti esistenti (meno del 10%) di poco al di fuori del range di tolleranza purché la tipologia di sito esistente fosse riconducibile ad un sito del PNAF, ovvero, le rispettive aree di copertura ottenute con i parametri radioelettrici del PNAF e con quelli del sito esistente risultassero assimilabili.
Sono stati successivamente esaminati due scenari, detti Scenario VHF e Scenario UHF, costituiti rispettivamente dai siti attualmente esistenti maggiormente utilizzati per la diffusione televisiva in banda III (VHF) e nelle bande IV e V (UHF). Anche in questi scenari i siti "equivalenti" al PNAF sono stati messi in evidenza.
Più in dettaglio:

- Scenario di piano: 487 siti del PNAF analogico caratterizzati dalle ERP nelle varie direzioni indicate dal PNAF;
- Scenario di piano equivalente: 487 siti "piano equivalenti", cioè siti ove possibile esistenti, localizzati in prossimità (di norma con coordinate che differiscono di me-

no di 50” da quelle di Piano) degli impianti del PNAF, caratterizzati dai sistemi radianti ove possibile attuali (altrimenti quelli del PNAF);

- Scenario VHF: 1563 siti e corrispondenti valori di ERP nelle varie direzioni, attualmente esistenti, maggiormente utilizzati per la diffusione televisiva in banda VHF;
- Scenario UHF: 1682 siti e corrispondenti valori di ERP nelle varie direzioni, attualmente esistenti, maggiormente utilizzati per la diffusione televisiva in Banda UHF.

Lo Scenario di piano consente di esaminare i risultati di uno scenario di rete digitale costituita dai 487 siti del PNAF.
Lo Scenario piano equivalente consente di esaminare i risultati di uno scenario di rete digitale avente come punto di partenza il PNAF. In corrispondenza degli impianti indicati dall’Autorità nel PNAF si sono sostituiti i sistemi radianti e i parametri radioelettrici con quelli dei siti oggi esistenti. In corrispondenza dei 31 siti del PNAF individuati come siti non “equivalenti”, si sono utilizzati sistemi radianti con le caratteristiche indicate dal PNAF.
Lo Scenario VHF e lo Scenario UHF sono stati definiti e studiati per due motivi principali. In primo luogo per definire, in modo il più possibile realistico, la struttura di una rete nazionale esistente allo scopo di avviare una sperimentazione delle metodologie di transizione dalla situazione attuale a quella di un possibile Piano Frequenze Digitale. Si è voluto inoltre comparare i risultati ottenuti nello Scenario di piano con quelli ottenibili su una rete a copertura universale (che utilizzi impianti di bassa potenza) come quella dei due scenari in oggetto. Il confronto ha consentito di valutare l’ “elasticità” della rete ovvero l’andamento della copertura a seguito dell’aggiunta degli impianti a copertura marginale.
Lo Scenario di piano e lo Scenario di piano equivalente sono stati analizzati sia in VHF sia in UHF, mentre i due scenari VHF e UHF sono stati analizzati nella rispettiva banda di frequenza.
Si è deciso di non esaminare a fondo l’integrazione dei siti di Piano con siti caratterizzati da potenza ERP inferiore a 200 W, necessari a incrementare la copertura percentuale del territorio (popolazione). Il motivo di tale decisione è lo stesso che ha condotto alla scelta di non considerare nella pianificazione analogica tali impianti, ovvero: con le approssimazioni (geografiche e radioelettriche) che inevitabilmente sono presenti nel processo di ottimizzazione e simulazione, non è significativo[10] tenere conto di impianti con aree di servizio di pochi chilometri quadrati. In ogni caso, allo scopo di verificare la flessibilità del Piano e la sua capacità di rispondere a problemi di copertura su scala molto ridotta, si è provveduto ad effettuare alcuni esperimenti di integrazione del Piano con impianti di bassa potenza. Si può ipotizzare che sarà richiesto l’impiego di un numero di siti con potenza ERP inferiore a 200 W paragonabile[11] a quello attuale, al fine di giungere a una copertura con un servizio in tecnologia digitale analogo a quello ottenuto oggi con la televisione analogica.
Per ciascuno degli scenari elencati si è deciso di simulare il servizio di una :

Pianificazione della rete di diffusione

rete SFN a servizio nazionale;
rete k-SFN a servizio nazionale;
k-SFN a servizio regionale
rete MFN a servizio nazionale;
rete MFN a servizio regionale.

La Tabella 2-9, riportata di seguito, riassume tali scenari.

Tabella 0-9 Scenari di rete esaminati nelle simulazioni di copertura digitale per ricezione fissa, modulazione 64 QAM, 8K portanti, FEC=2/3, Tg=Tu/4 (SFN) e Tg=Tu/32 (MFN), antenna direttiva a 10 m (s.l.m.), con discriminazione d'antenna e di polarizzazione.

Scenari	Database	Banda di frequenza	Tipologia di servizio
Scenario PNAF	PNAF	UHF	Rete SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete MFN a servizio nazionale
			Rete MFN a servizio regionale
		VHF	Rete SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete MFN a servizio nazionale
			Rete MFN a servizio regionale
Scenario 'Piano Equivalente'	DB1	UHF	Rete SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete MFN a servizio nazionale
		VHF	Rete MFN a servizio regionale
			Rete SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete MFN a servizio nazionale
		VHF	Rete MFN a servizio regionale
Scenario VHF	DB3		Rete SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete MFN a servizio nazionale
		UHF	Rete MFN a servizio regionale
Scenario UHF	DB2		Rete SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio nazionale
			Rete k-SFN a servizio regionale
			Rete MFN a servizio nazionale
			Rete MFN a servizio regionale

2.4.5 Risultati

Si è provveduto a ottimizzare la rete di diffusione (siting e assegnamento di frequenze) con riferimento a reti SFN, k-SFN e MFN 4f.

• **La rete SFN (Single Frequency Network)** è una rete isofrequenziale, che impiega cioè una sola frequenza in tutti i siti di diffusione considerati ed ha le caratteristiche riportate in [1]. Per convenzione nel presente documento il termine SFN è riferito esclusivamente alle reti di servizio nazionale. Come evidenziato dal successivo capoverso, tuttavia, non si esclude di applicare la tecnologia SFN anche a servizi pluri-regionali, regionali e sub-regionali.

• **La rete k-SFN (o una rete MFN con estensioni realizzate attraverso SFN locali)** è in-

vece una rete che utilizza k>1 frequenze per assicurare il servizio sul territorio nazionale, una rete cioè costituita da k "sottoreti" isofrequenziali (SFN locali), ciascuna delle quali utilizza la composizione degli echi iso-frequenza che cadono all'interno della finestra di guardia e che provengono da siti associati ad una specifica area geografica (nazione o regione). In una rete k-SFN a servizio nazionale si compongono tutti gli echi iso-frequenza compresi nella finestra di guardia, laddove, in una rete k-SFN a servizio regionale, si compongono i soli echi iso-frequenza in guardia che giungono al ricevitore da siti il bacino di utenza è competenza della regione.
La copertura totale di una rete k-SFN nella specifica area geografica è data dalla somma delle coperture delle k "sottoreti".

• **La rete MFN (Multi Frequency Network)** è una rete multifrequenza a servizio nazionale, regionale o di area locale. Al fine di limitare il lavoro di simulazione ai casi ritenuti significativi, nel presente documento sono state analizzate esclusivamente le prestazioni delle reti MFN che utilizzino 4 frequenze (MFN 4f). In una rete MFN il servizio è valutato tramite i parametri del Canale di Rice riportati in [1].
Merita di essere sottolineato che la metodologia e i parametri di calcolo del servizio per una rete k-SFN sono gli stessi di una rete SFN sopra richiamati. Il valore dell'EPT (22 dB) e del campo minimo medio (59 dB in UHF - banda V e 50 dB in VHF – banda III) utilizzati per il calcolo del servizio, dunque, sono più elevati di quelli previsti per il servizio MFN. Ciò conduce a valori di servizio inferiori a quelli ottenuti utilizzando i parametri previsti per la rete MFN, effetto in parte compensato dalla sincronizzazione di tutti i trasmettitori che appartengono alla "sottorete" k, che consente una composizione costruttiva degli echi compresi nell'intervallo di guardia che giungono al ricevitore.
I risultati ottenuti dalla simulazione sono contenuti nelle tabelle allegate (scenari di rete esaminati per ricezione fissa, modulazione 64 QAM, 8K portanti, FEC=2/3, Tg=Tu/4 (SFN) e Tg=Tu/32 (MFN), antenna direttiva a 10 m (s.l.m), con discriminazione d'antenna e di polarizzazione). I risultati in oggetto (percentuale di copertura del territorio e della popolazione e il numero di siti dello scenario ottimizzato) fanno riferimento al servizio nazionale e a quello regionale nelle tre bande di frequenza, al variare della probabilità di copertura, e possono essere schematizzati come segue:

• una rete SFN nazionale permette di raggiungere, con un numero di siti relativamente basso, estensioni del servizio pari circa al 70% del territorio e all' 85% della popolazione e a tutti i capoluoghi di provincia; tali estensioni possono considerarsi sufficienti per obiettivi ben precisi. Una maggior copertura di territorio e di popolazione può essere realizzata se aumenta il numero degli impianti (l'aumento di siti è superiore a quello delle altre tipologie di rete a parità di copertura). A tale proposito si noti l'aumento di copertura ottenuto per le reti SFN nel caso degli scenari VHF e, in modo particolare, UHF.

• le reti k-SFN utilizzano k frequenze assegnate nei siti di diffusione (gli echi iso-frequenza si compongono come nelle reti SFN). Va segnalato che tali reti (sia 2-SFN che 3-SFN) ottengono gradi di estensione del servizio (territorio e popolazione) maggiori di quelli ottenibili con una rete SFN. Tale risultato è,

Pianificazione della rete di diffusione

per altro, una naturale conseguenza del fatto che le reti 2-3 SFN riducono la presenza di echi iso-frequenza al di fuori dell'intervallo di guardia (autointerferenza di rete). Per tutti gli scenari tali reti ottengono estensioni del servizio maggiori dell'80% del territorio e del 90% della popolazione (compresi tutti i capoluoghi di provincia).

- in generale la copertura di territorio e popolazione decresce col passaggio dal servizio nazionale al servizio regionale, dalla banda III alla banda IV e dalla banda IV alla banda V.
- le reti MFN 4f sono così definite: i segnali iso-frequenza sono interferenti e utilizzano un numero massimo di canali pari a 4. Per le reti MFN si è deciso di utilizzare 4 frequenze per tenere conto del valore di riferimento per l'estensione dei servizi nazionali indicato dalla legge 249 del 31 luglio 1997; un numero di canali inferiore non permetterebbe di raggiungere sufficienti estensioni del servizio. Le estensioni di servizio ottenibili con una rete MFN 4f risultano essere inferiori a quelle ottenibili con una rete k-SFN ma superiori a quelle ottenibili con una rete SFN.

Servizio nazionale - qualità "buona" (location probability: 95%) - ricevitore "ottimo

VHF - banda III

Scenari	Tipologia di rete	% Territorio	% Popolazione	# Siti
Scenario di piano	SFN	72.93	91.33	389
	2-SFN	83.75	95.99	428
	3-SFN	87.26	97.59	456
	MFN 4f	78.29	93.05	357
Scenario di piano equivalente	SFN	72.59	86.86	306
	2-SFN	85.14	95.48	419
	3-SFN	88.84	96.73	427
	MFN 4f	84.36	95.00	326
Scenario VHF	SFN	73.56	88.37	938
	2-SFN	87.42	97.70	1164
	3-SFN	90.70	98.93	1318

UHF - banda IV

Scenario di piano	SFN	69.39	89.11	393
	2-SFN	78.34	93.94	439
	3-SFN	81.50	95.68	470
	MFN 4f	75.59	92.49	406
Scenario di piano equivalente	SFN	72.56	87.55	387
	2-SFN	84.06	95.38	436
	3-SFN	87.85	97.47	449
	MFN 4f	81.96	93.97	374
Scenario UHF	SFN	74.26	92.16	1344
	2-SFN	83.56	96.82	1271
	3-SFN	87.00	98.20	1349

UHF - banda V

Scenari	Tipologia di rete	% Territorio	% Popolazione	# Siti
Scenario di piano	SFN	63.85	86.05	403
	2-SFN	74.32	92.28	438
	3-SFN	77.55	94.16	468
	MFN 4f	72.03	90.65	412
Scenario di piano equivalente	SFN	69.19	86.03	391
	2-SFN	80.23	93.54	446
	3-SFN	83.77	96.01	462
	MFN 4f	78.51	92.52	395
Scenario UHF	SFN	72.50	91.49	1365
	2-SFN	83.45	97.30	1411
	3-SFN	85.30	97.87	1412

Servizio regionale – Qualità “buona” (location probability 95%) – Ricevitore “ottimo”

VHF - banda III

Scenari	Tipologia di rete	% Territorio	% Popolazione	# Siti
Scenario di piano	2-SFN	73.84	90.31	426
	3-SFN	81.62	95.70	462
	MFN 4f	75.73	91.90	357
Scenario di piano equivalente	2-SFN	74.98	91.24	413
	3-SFN	82.01	95.11	427
	MFN 4f	79.41	92.61	326
Scenario VHF	2-SFN	82.45	95.06	1122
	3-SFN	88.54	98.04	1175

UHF - banda V

Scenari	Tipologia di rete	% Territorio	% Popolazione	# Siti
Scenario di piano	2-SFN	64.57	86.62	436
	3-SFN	72.17	91.74	473
	MFN 4f	70.35	89.79	412
Scenario di piano equivalente	2-SFN	71.11	89.41	437
	3-SFN	76.11	91.34	458
	MFN 4f	73.37	90.26	395
Scenario UHF	2-SFN	72.04	90.40	1426
	3-SFN	78.22	94.53	1427

Pianificazione della rete di diffusione

UHF - banda IV

Scenari	Tipologia di rete	% Territorio	% Popolazione	# Siti
Scenario di piano	2-SFN	69.05	89.17	442
	3-SFN	75.96	93.77	469
	MFN 4f	71.55	90.19	406
Scenario di piano equivalente	2-SFN	74.43	89.91	441
	3-SFN	80.91	94.10	451
	MFN 4f	76.92	91.66	374
Scenario UHF	2-SFN	74.40	90.58	1382
	3-SFN	80.70	95.04	1398

2.5 PIANO DIGITALE A REGIME

La struttura e le proprietà delle reti descritte nel paragrafo 2.4 consentono di definire agevolmente la partizione ottimale dello spettro in reti nazionali, regionali e locali. Tale partizione (che diremo Piano digitale) può essere effettuata tenendo conto dell'equilibrio necessario tra reti nazionali e reti regionali nonchè dell'obiettivo di ottimizzare l'uso dello spettro e di massimizzare il numero e la qualità dei programmi irradiabili. I risultati del paragrafo 2.4 possono essere anche utilizzati per definire la partizione ottimale di una porzione limitata dello spettro (come per esempio i 4 canali destinati dal PNAF alle trasmissioni digitali) o di una collezione di insiemi di frequenze disponibili in ogni sito. L'obiettivo di questo paragrafo è quello di descrivere alcune tra le possibili configurazioni del Piano digitale (situazione a regime) e alcune tra le possibili modalità di utilizzo dei 4 canali destinati alle trasmissioni digitali dal PNAF.

L'attività di sperimentazione descritta nei paragrafi precedenti ha consentito di definire alcune tipologie di rete pianificata a livello nazionale caratterizzate, da un lato, da una diversa valutazione dei segnali interferenti (reti a Singola Frequenza (SFN), reti k-SFN, reti Multi-frequenza) e dall'altro dall'estensione geografica del servizio (nazionale, regionale e di area locale). Le conclusioni raggiunte possono così essere riassunte:

Ipotesi di base:

- tutte le reti considerate sono reti pianificate a livello nazionale, che definiscono i siti e le frequenze necessarie a coprire l'intero territorio nazionale. È noto infatti che l'effetto della modifica delle caratteristiche radioelettriche dei trasmettitori (siting) e dell'assegnazione delle frequenze ai siti

deve essere simultaneamente verificato sull'intera rete nazionale. Una rete pianificata a livello nazionale può svolgere un servizio nazionale, regionale e di area locale. In base alla qualità del servizio, una rete nazionale può essere decomponibile in reti regionali o di area locale ovvero non decomponibile. Una rete nazionale si dice decomponibile a livello regionale se il servizio regionale con un livello di qualità "buono" che essa può svolgere si estende oltre una soglia giudicata soddisfacente (ad es. l'80% del territorio o il 90% della popolazione). In altre parole, una rete è decomponibile a livello regionale se è possibile considerare interferenti tutti i segnali iso-frequenza provenienti da regioni diverse da quella in esame, senza provocare una drastica riduzione del servizio. Di conseguenza, una rete decomponibile in reti regionali può irradiare contemporaneamente, su una porzione ampia del territorio nazionale, 21 diversi programmi a contenuto regionale. È importante anche osservare che una rete decomponibile a livello regionale di tipo k-SFN può godere, localmente, di tutti i vantaggi offerti dalla composizione dei segnali utili nelle reti SFN.

Analogamente, una rete nazionale si dice decomponibile a livello di area locale se il servizio di area locale regionale con un livello di qualità "buono" che essa può svolgere si estende oltre una soglia giudicata soddisfacente. In altre parole, una rete è decomponibile a livello di area locale se è possibile considerare interferenti tutti i trasmettitori che operano alla stessa frequenza senza provocare una drastica riduzione del servizio. In una rete nazionale decomponibile a livello di area locale si può ipotizzare che in ogni area di servizio sia contemporaneamente irradiabile un programma diverso a contenuto locale. Evidentemente, una rete decomponibile a livello di area locale può essere suddivisa (aggregando più aree di servizio) in reti pluri-provinciali, provinciali, sub-provinciali o regionali.

Una rete nazionale si dice non decomponibile se il servizio regionale o di area locale che essa può svolgere ad un livello di qualità "buono" è inferiore ad una soglia giudicata soddisfacente. Questo è quanto accade alle reti SFN a servizio nazionale. In quelle reti, infatti, l'utilizzo della stessa frequenza per programmi diversi in regioni adiacenti provoca, come è logico, un drastico degrado del servizio.

Le reti nazionali SFN garantiscono la massimizzazione dello sfruttamento della risorsa spettrale (ovvero la massimizzazione del numero di programmi a parità di frequenze utilizzate), ma non sono decomponibili a livello regionale o di area locale.

Le reti MFN (Multi Frequency Network) sono reti nazionali decomponibili a livello di area locale e possono essere decomposte in reti regionali e provinciali a fronte di una peggiore utilizzazione della risorsa spettrale (ciascuna rete MFN utilizza un minimo di 4 frequenze).

Le reti 2-SFN e 3-SFN (ovvero reti MFN a 2 o 3 frequenze con estensioni realizzate attraverso SFN locali) offrono il miglior compromesso tra l'efficienza dell'utilizzo dello spettro e l'esigenza di assicurare una

Pianificazione della rete di diffusione

flessibile scalabilità regionale e provinciale. Infatti, tali reti sono decomponibili a livello regionale e sub-regionale anche grazie all'uso locale di sotto-reti SFN.
Le precedenti osservazioni hanno come immediata implicazione che la struttura del Piano digitale potrà essere definita solo dopo aver quantificato le esigenze di decomponibilità delle reti e le proporzioni tra reti nazionali e reti regionali e provinciali. A combinazioni diverse di reti SFN e MFN (k-SFN) corrisponderanno infatti valori molto diversi del numero di programmi nazionali e locali ricevibili dagli utenti.

Esaminiamo gli scenari estremi. Se ipotizziamo di dedicare tutti i 55 canali (VHF e UHF) alle trasmissioni digitali e di trasmettere 4 programmi in ciascun multiplex, avremo lo scenario A, che massimizza il numero di programmi nazionali con la realizzazione di 55 multiplex SFN, per un totale di 220 programmi nazionali non decomponibili in programmi regionali e locali.

Lo scenario B, che massimizza il numero di programmi locali irradiabili, realizza 13 multiplex MFN (che utilizzino 4 frequenze ciascuno) e 3 multiplex SFN sui canali residui. I 13 multiplex MFN consentono di definire 52 programmi nazionali scalabili a 52¥21=1092 programmi regionali. Di conseguenza, il numero totale di programmi irradiabili in ciascun bacino è pari a 64 (52+12). Di questi programmi, un terzo (pari a 22) saranno programmi locali mentre due terzi (pari a 42) saranno programmi nazionali. Evidentemente i 22 programmi locali dovranno essere ricavati da multiplex MFN.
Si osservi inoltre che, grazie alla decomponibilità a livello di area locale della rete MFN a 4 frequenze, il limite teorico di programmi provinciali corrispondente ai 22 programmi locali MFN è di 22×103=1166 (22 programmi per provincia).

A	1	2	3	4	49	50	51	52	53	54	55		
B	1				13					53	54	55	

Come evidente, questi numeri sono di un ordine di grandezza superiore agli attuali e, probabilmente, irrealistici da un punto di vista economico.
Appare quindi ragionevole tentare di individuare una soluzione di compromesso che utilizzi la lettera e lo spirito della legge 249/97 per giungere ad una corretta ripartizione delle risorse.

Atale proposito si osservi che la legge 249 riserva ".. almeno un terzo dei programmi irradiabili all'emittenza televisiva locale". Il concetto di "programmi irradiabili" deve essere quindi chiaramente definito per individuare il numero minimo di programmi locali.
Nel caso del Piano analogico, le caratteristiche della generica rete pianificata a livello nazionale sono univocamente definite; in particolare, è definito il numero (3) di frequenze necessario a realizzarla. Di conseguenza, il numero massimo di programmi irradiabili (programmi con aree di servizio equivalenti) è dato dal numero totale di frequenze diviso per il numero di frequen-

ze necessarie a realizzare una rete (51/3=17).
Al contrario, il Piano digitale deve utilizzare una combinazione di reti con caratteristiche diverse (SFN, k-SFN, MFN) e quindi il numero massimo di programmi irradiabili deve essere definito in modo diverso.

Di seguito viene illustrato un criterio di scelta della combinazione ottima delle varie tipologie di rete. A titolo di esempio si illustrerà l'applicazione del suddetto criterio in tre diversi scenari. In ciascuno degli scenari verrà utilizzata la tipologia di rete non decomponibile (SFN) per i programmi nazionali e una delle tre tipologie di reti nazionali decomponibili (MFN a 4 frequenze, 2-SFN e 3-SFN) per i programmi locali (regionali, provinciali e sub-provinciali).
Il criterio di scelta della combinazione di reti è basato sulla risoluzione di un problema di ottimizzazione che ha l'obiettivo di massimizzare il numero dei programmi irradiabili rispettando il vincolo di legge sulla percentuale di programmi locali rispetto al totale dei programmi irradiabili. Da notare che questo criterio determina in modo univoco il numero di reti a servizio nazionale, regionale e di area locale, una volta specificata la tipologia di rete utilizzata per il servizio locale (MFN a 4 frequenze, 2-SFN e 3-SFN).

2.5.1 Determinazione del numero di programmi nazionali e locali

L'ipotesi base di questa metodologia per la determinazione del numero di programmi nazionali e locali è che il servizio nazionale e locale debbano essere assicurati da reti con caratteristiche diverse. In particolare, come osservato nei paragrafi precedenti, il servizio locale (regionale, provinciale e sub-provinciale) può essere garantito da reti MFN e da reti MFN integrate localmente con sotto-reti SFN (dette convenzionalmente k-SFN). Al contrario, il servizio nazionale può essere garantito da reti SFN (singola frequenza su tutto il territorio nazionale), MFN e k-SFN.
Dal punto di vista dell'uso dello spettro è consigliabile l'uso di reti SFN per il servizio nazionale; con tale tipo di reti, la rete nazionale perde sì la possibilità di irradiare programmi locali (regionali, provinciali, sub-provinciali) - la proprietà, cioè, di essere decomponibile a livello regionale e di area locale - ma utilizza in modo più efficace lo spettro. Al contrario, una rete locale deve essere ricavata necessariamente da una rete MFN o k-SFN, se si vuole che i suoi programmi siano differenziati a livello regionale, provinciale o sub-provinciale.
Assumeremo dunque che il Piano digitale sia costituito da due tipologie di rete diverse: una rete nazionale adatta al servizio nazionale (non decomponibile) e una rete nazionale decomponibile a livello regionale o di area locale.

Detto N il numero di programmi realizzabili, sia k il numero di reti nazionali, h il numero di reti nazionali decomponibili a livello regionale o di area locale. Sia inoltre f il numero di frequenze necessarie a realizzare una rete nazionale non decomponibi-

Pianificazione della rete di diffusione

le e F il numero di frequenze necessarie a realizzare una rete nazionale decomponibile.
Se ipotizziamo che ciascuna rete nazionale trasmetta un multiplex di q programmi (q può variare da 1 a 6), risulta che il numero totale di programmi irradiabili può essere espresso come somma dei programmi associati alle reti nazionali e dei programmi associati alle reti nazionali decomponibili, ovvero: N =q(k + h).
Inoltre, se ipotizziamo la disponibilità di 55 frequenze nello spettro da pianificare, abbiamo che 55 = fk + Fh (ovvero che il numero totale di frequenze deve essere suddiviso tra k reti nazionali da f frequenze, e h reti locali da F frequenze).
Di seguito si assumerà che 1< f<F (ovvero che il numero di frequenze utilizzate per una rete nazionale non decomponibile sia minore del numero di frequenze utilizzate da una rete nazionale decomponibile) e quindi che la tipologia di rete nazionale non decomponibile sia diversa da quella nazionale decomponibile.

Ora, considerato che i programmi locali (programmi irradiati da reti regionali, provinciali e sub-provinciali) debbono essere realizzati utilizzando le h reti nazionali decomponibili e che tali programmi debbono essere in numero maggiore di N/3, con il vincolo qh > N/3, ovvero, 3qh > N, il sistema:

N = q(k + h);
55 = fk + Fh;
3qh > N

ammette infinite soluzioni. Il nostro obiettivo è quello di individuare la soluzione che massimizza il numero di programmi irradiabili, ovvero:

max N
N = q(k + h);
55 = fk + Fh;
3qh > N

Il precedente problema di programmazione lineare può essere facilmente risolto per sostituzione.

Infatti, dalla prima equazione si ottiene che:

$$h = \frac{N}{q} - k$$

Dalla seconda equazione ricaviamo il valore di k = 55/f - Fh/f che, sostituito nell'espressione di h, ci consente di scrivere

h = N/q + Fh/f - 55/f

e, quindi:

$$h\left(1 - \frac{F}{f}\right) = \frac{N}{q} - \frac{55}{f}$$

Di conseguenza, il valore di h in funzione dei parametri del problema e del numero di programmi irradiabili N è il seguente:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)}$$

reti nazionali decomponibili

il valore di k è invece:

$$k = \frac{55 - fh}{f}$$

reti nazionali non decomponibili

Sostituendo il valore di h nella terza disequazione otteniamo il problema di ottimizzazione semplificato:

$$\max \quad N$$

$$\frac{165q - 3Nf}{(F - f)} \geq N$$

La soluzione del problema precedente, che fornisce il numero ottimo N di programmi irradiabili è:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)}$$

Applichiamo ora la metodologia descritta a tre scenari particolarmente significativi.

2.5.1.1 Scenario SFN + MFN a 4 frequenze

In questo scenario ipotizziamo che le reti nazionali non decomponibili siano di tipo SFN e che le reti nazionali decomponibili siano di tipo MFN a 4 frequenze (e, quindi, siano decomponibili a livello di area locale). Abbiamo quindi che q=4, F=4 (rete MFN a 4 frequenze) e f=1 (rete SFN). Pertanto il numero dei programmi irradiabili in ciascun bacino è dato da:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)} = \frac{165 \times 4}{4 + 2 \times 1} = 110$$

mentre il numero di reti nazionali decomponibili a livello di area locale (MFN) è:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)} = \frac{55 \times 4 - 110 \times 1}{4(4 - 1)} = \frac{110}{12} = 9$$

reti nazionali decomponibili a livello di area locale

infine, il numero di reti nazionali non decomponibili (SFN)

$$k = \frac{55}{f} - \frac{Fh}{f} = 55 - 36 = 19$$

reti nazionali non decomponibili

In conclusione, la soluzione ottima che rispetta i vincoli della legge 249 prevede 9 multiplex MFN (per un totale di 36 programmi locali) e 19 multiplex SFN (per un totale di 76 programmi nazionali).

Si noti che i 36 programmi locali possono corrispondere a 36 x 21 = 756 reti regionali ovvero a 36 x 103 = 3708 reti provinciali.

2.5.1.2 Scenario SFN + 2-SFN

In questo scenario ipotizziamo che le reti nazionali non decomponibili siano di tipo SFN mentre le reti nazionali decomponibili siano di tipo 2-SFN (e, quindi, sono decomponibili a livello regionale).

Abbiamo quindi che q = 4, F = 2 (rete 2-SFN) e f = 1 (rete SFN). Pertanto il numero dei programmi irradiabili in ciascun bacino è dato da:

Pianificazione della rete di diffusione

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)} = \frac{165 \times 4}{2 + 2 \times 1} = 165$$

mentre il numero di reti nazionali decomponibili a livello regionale (2-SFN) è:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)} = \frac{55 \times 4 - 165 \times 1}{4(2 - 1)} = \frac{55}{4} = 13$$

reti nazionali decomponibili
a livello regionale

infine, il numero di reti nazionali non decomponibili (SFN) è dato da

$$k = \frac{55}{f} - \frac{Fh}{f} = 55 - 26 = 29$$

reti nazionali non decomponibili

In conclusione, la soluzione ottima che rispetta i vincoli della Legge 249 prevede 13 multiplex 2-SFN (per un totale di 52 programmi locali) e 29 multiplex SFN (per un totale di 116 programmi nazionali).

Si noti che i 52 programmi locali possono corrispondere a 52 x 21=1092 reti regionali.

2.5.1.3 Scenario SFN + 3-SFN

In questo scenario ipotizziamo che le reti nazionali non scalabili siano realizzate con una rete SFN e che le reti nazionali scalabili siano realizzate con una rete 3-SFN a 3 frequenze (e, quindi, siano decomponibili a livello regionale).
Di conseguenza, abbiamo che q=4, F=3 (rete 3-SFN) e f=1 (rete SFN). Pertanto il numero dei programmi irradiabili in ciascun bacino è dato da:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)} = \frac{165 \times 4}{3 + 2 \times 1} = 132$$

mentre il numero di reti nazionali decomponibili a livello regionale (3-SFN) è:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)} = \frac{55x4 - 132x1}{4(3 - 1)} = \frac{88}{8} = 11$$

reti nazionali decomponibili
a livello regionale

infine, il numero di reti nazionali non decomponibili (SFN) è dato da

$$k = \frac{55}{f} - \frac{Fh}{f} = 55 - 33 = 22$$

reti nazionali non decomponibili

In conclusione, la soluzione ottima che rispetta i vincoli della legge n. 249 prevede 11 multiplex 3-SFN (per un totale di 44 programmi locali) e 22 multiplex SFN (per un totale di 88 programmi nazionali).

Si noti che i 44 programmi locali possono corrispondere a 44 ¥ 21=924 reti regionali.
Nella tabella che segue sono riportati i risultati ora esposti (tra parentesi il numero totale di programmi regionali):

Scenari	Mux SFN	Mux MFN (k-SFN)	Programmi Nazionali	Programmi per Regione	Programmi Regionali
Solo SFN	55		220		
Max MFN 4	3	13	42	22	462
SFN + MFN 4	19	9	76	36	756
SFN + 2-SFN	29	13	116	52	1092
SFN + 3-SFN	22	11	88	44	924

2.5.1.4 Utilizzo dei 4 canali resi disponibili dal Piano analogico

Per descrivere la possibile utilizzazione dei 4 canali resi disponibili dal Piano analogico (9, 66, 67, 68) è sufficiente riprendere le formule del paragrafo precedente e sostituire al numero 55 (totale di canali disponibili) il numero 4. Il risultato è il seguente:

$$N = \frac{12q}{(F + 2f)}$$

numero totale di programmi irradiabili

$$h = \frac{4q - Nf}{q(F - f)}$$

reti nazionali decomponibili (a livello regionale o di area locale)

$$k = \frac{4 - Fh}{f}$$

reti nazionali non decomponibili

Architettura e componenti di costi della rete DTT in Italia

Sulla base dei risultati dell'attività dei Gruppi di studio A, B, C e dell'esperienza di alcuni paesi europei, il Comitato ha analizzato diverse soluzioni tecniche per la definizione di architetture di rete adatte allo sviluppo della televisione digitale terrestre in Italia, con particolare riferimento ai sistemi di codifica, multiplexing, distribuzione e diffusione. Con riguardo a tali architetture, sono state definite alcune componenti di costo relative agli apparati necessari alla diffusione dei servizi. Sono stati stimati inoltre i costi che i singoli utenti dovranno sostenere laddove sia necessario adeguare gli attuali sistemi riceventi alle esigenze del servizio digitale.

3.1. ARCHITETTURA DELLA RETE DTT ITALIANA

3.1.1. Elementi regolamentari

I riferimenti regolamentari più significativi ai fini dell'analisi di un'architettura di rete in Italia sono contenuti nelle delibere n.69/98, 105/99 e 95/2000 riguardanti il PNAF.
In base a quanto disposto da tali delibere:

- la qualità di ricezione è fissata in un valore corrispondente di norma al grado 4, riferito ai livelli della scala di qualità soggettiva UIT-R (Unione Internazionale delle Telecomunicazioni - Radiocomunicazioni);

- al servizio di radiodiffusione televisiva sono destinate le bande I e III della gamma VHF e le bande IV e V della gamma UHF;

- sono riservati al servizio di radiodiffusione in tecnica digitale cinque canali, di cui uno, il canale 12 della banda III della gamma VHF (H2 della canalizzazione italiana), destinato per radiodiffusione digitale sonora (DAB-T), e quattro, cioè i canali 66,67,68 della banda V della gamma UHF ed il canale 9 della banda III della gamma VHF, per radiodiffusione digitale televisiva (DVB-T);

- il territorio nazionale è suddiviso in bacini di utenza coincidenti con il territorio delle regioni e delle province;

- a ogni impianto ricompreso nel Piano è assegnata un'area contenuta nell'ambito di una sola regione o provincia, fatti salvi gli inevitabili "straripamenti";

- è necessario configurare una struttura regionale delle reti per la radiodiffusione televisiva di programmi in ambito nazionale, assicurando per tutte una copertura almeno dell'80% del territorio nazionale e di tutti i capoluoghi di provincia, con un servizio di circa il 92% della popolazione;

- tutti gli impianti che servono la stessa area devono essere localizzati in un "sito comune", le cui dimensioni e quote altitudinali devono essere tali da assicurare la compatibilità interferenziale e la ricezione dei segnali emessi dagli stessi impianti con una sola antenna di utente per ogni gamma di frequenze (VHF,UHF), minimizzando l'impatto ambientale e l'inquinamento elettromagnetico.

Nell'ottica dell'integrazione del PNAF, l'Autorità ha inoltre previsto (cfr.delibera n. 95/2000) di adottare il criterio di servire la maggiore percentuale possibile di popolazione e tutti i capoluoghi di regione e di provincia, suddividendo in tal modo il territorio nazionale in bacini di utenza coincidenti - per quanto tecnicamente possibile - con il territorio delle province.
Non è previsto infine l'uso di collegamenti a rimbalzo e, quindi, la protezione di questi contro le interferenze.

3.1.2 Il modello di architettura di rete

Il macro-modello di rete definito è illustrato nella seguente figura 3-1.

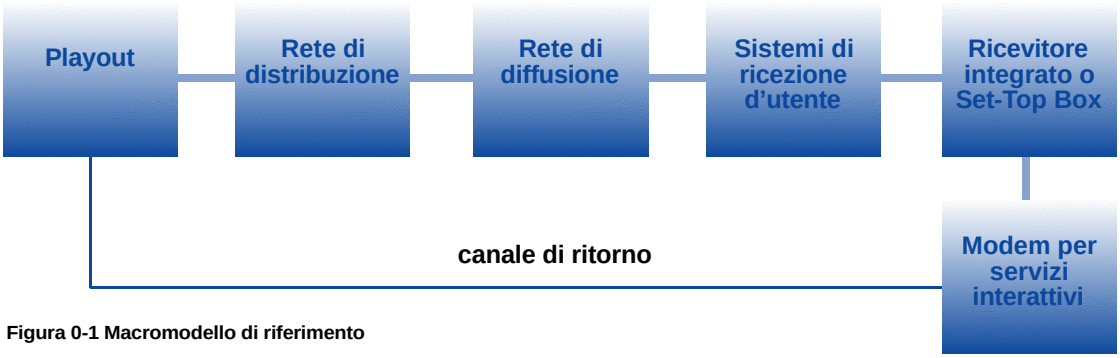


Figura 0-1 Macromodello di riferimento

Le componenti e le funzioni del modello rappresentato sono i seguenti:

- il playout, la cui funzione è di codificare e assemblare programmi, dati e informazioni, creando il transport-stream (flusso digitale per il trasporto);
- la rete di distribuzione, che trasferisce il transport-stream all'ingresso dei trasmettitori della rete di diffusione;
- la rete di diffusione, che irradia verso gli utenti il segnale costituito dal transport-stream;
- il sistema ricevente di utente, costituito dall'impianto di antenna ricevente individuale o condominiale;
- il terminale di utente, costituito dal ricevitore integrato digitale o dal set-top-box da applicare al ricevitore analogico;
- il modulo per il servizio interattivo.

Si evidenzia che il playout è sostanzialmente lo stesso sia quando le reti di diffusione utilizzate siano del tipo SFN sia quando tali reti siano del tipo MFN, con la sola differenza che in quest'ultimo caso manca il modulo "SFN adapter".
Nel seguito viene illustrata la struttura dei vari componenti del modello di riferimento di rete.

3.1.2.1 Playout

Lo schema generale del playout è quello riportato nella figura 3-2. Esso comprende, tra l'altro, gli apparati per la pay-tv, i codificatori MPEG-2 e il multiplex, opportunamente ridondati.

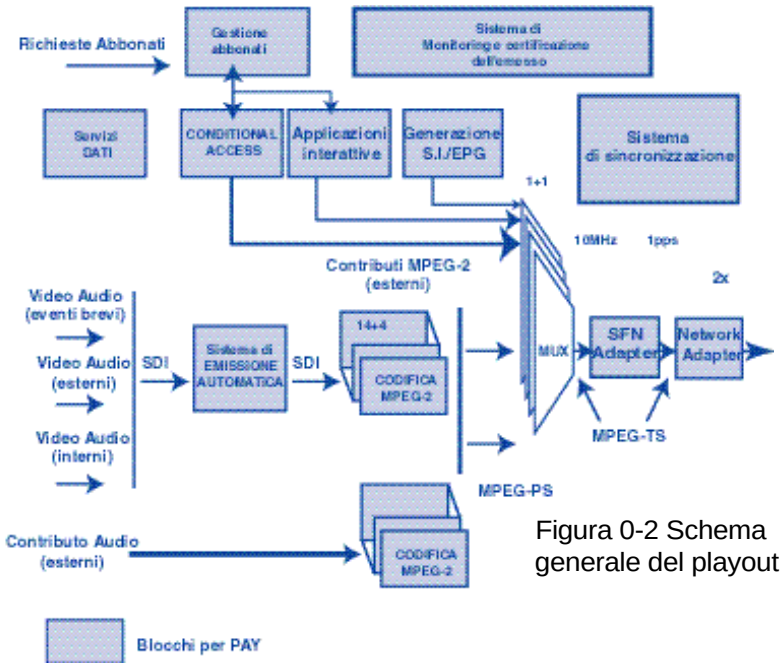


Figura 0-2 Schema generale del playout

Architettura e componenti di costi della rete DTT in Italia

Nel centro playout i programmi televisivi e radiofonici vengono codificati nello standard MPEG-2 e assemblati insieme con altri dati e informazioni presenti (riguardanti gli utenti pay, le applicazioni interattive, ecc.) dal multiplex. Il transport-stream in uscita dal multiplex viene, quindi, inviato al "SFN adapter" (quando necessario) che crea la struttura di Mega Frame e inserisce il MIP (Mega Frame Initialization Packet). Il network adapter ha la funzione di interfacciare la rete di distribuzione che alimenta i trasmettitori della rete di diffusione.

L'SFN adapter è usato solo quando la rete di diffusione è del tipo SFN in quanto non necessario nel caso in cui tale rete è del tipo MFN. Infatti, la sua funzione è di inserire i segnali GPS (Global Position System), ricevuti attraverso un opportuno ricevitore, per la sincronizzazione del transport-stream necessaria per il funzionamento delle reti SFN.

3.1.2.2 La rete di distribuzione

La rete di distribuzione ha la funzione di trasferire il segnale in uscita dal playout ai trasmettitori delle reti di diffusione.
Le reti di distribuzione possono essere realizzate attraverso:

- ponti radio terrestri;
- fibre ottiche;
- satelliti.

Le reti di distribuzione attualmente utilizzate in Italia per la televisione analogica sfruttano prevalentemente ponti radio terrestri. Per il trasporto del segnale digitale è necessario che esse siano convertite alla nuova tecnologia. Questo tipo di rete si adatta facilmente alla distribuzione sia di programmi nazionali sia di programmi locali, strutturandola opportunamente.
La realizzazione di reti in fibra ottica presenta in generale difficoltà per quanto riguarda il loro uso per la distribuzione dei segnali televisivi.Tale difficoltà risulta evidente ove si pensi che la massima parte dei trasmettitori televisivi sono allocati su siti posti in aree di altitudine elevata (su colline o monti). Ciò comporta una struttura di rete ad "albero", costituita da una dorsale e tante ramificazioni quanti sono i trasmettitori della rete di diffusione da alimentare.
Le reti che utilizzano il satellite per la distribuzione primaria richiedono una serie di ridondanze che comportano una maggiore complessità e, quindi, costi più elevati, rispetto al caso in cui esse siano impiegate come riserva di altri sistemi.

Nel caso di utilizzo del satellite, la distribuzione può essere fatta nelle seguenti modalità distributive:

- distribuzione numerica trasparente;
- trasporto del segnale numerico utilizzando la modulazione di frequenza;
- distribuzione del transport-stream nel formato DVB-S.

Va rilevato comunque che una rete di distribuzione può essere realizzata in segmenti, per ciascuno dei quali si utilizzi, secondo la convenienza tecnica ed economica, il ponte radio, il satellite o la fibra ottica. In ogni caso le reti di distribuzione non devono introdurre ritardi nel trasporto del segnale digitale ai trasmettitori delle reti SFN superiori a 1 secondo, affinchè possano essere compensati all'-SFN sync.

3.1.2.3 Note sulle reti di diffusione

Come accennato nelle pagine precedenti, la tecnologia digitale consente di pianificare reti che utilizzano la stessa frequenza per tutti gli impianti trasmittenti che le compongono (reti SFN) e reti che richiedono, come nel caso analogico, frequenze diverse in impianti diversi allo scopo di minimizzare gli

effetti dell'interferenza (reti MFN). Vi è inoltre la possibilità di realizzare reti miste MFN-SFN (reti k-SFN), ossia reti MFN estese localmente con reti SFN costituite da pochi impianti, che consentono di coprire una maggiore percentuale di territorio e di popolazione, pur con un incremento limitato nel numero degli impianti. I suddetti tipi di reti si distinguono anche per quanto riguarda la loro capacità di trasmissione, minore per le reti SFN rispetto alle reti MFN. Ciò comporta che le reti SFN possono, rispetto alle reti MFN, trasmettere un minore numero di programmi o lo stesso numero di programmi ma con minore qualità. Ricordiamo che le reti pianificate a livello nazionale possono essere o meno decomponibili in reti a livello regionale o provinciale o sub-provinciale, intendendo per reti sub-provinciali quelle che servono parzialmente il territorio di una provincia coincidente, al limite, con l'area servita da un solo trasmettitore.

Per quanto riguarda l'hardware delle reti di diffusione, si distinguono i seguenti tipi di impianti:

- il trasmettitore, che riceve in banda base il transport-stream da irradiare direttamente dalla rete di distribuzione;
- il ripetitore, che riceve in banda base il transport-stream da irradiare da un trasmettitore. La frequenza di funzionamento del ripetitore è diversa da quella del trasmettitore da cui riceve il segnale da irradiare. Questo tipo di apparato è utilizzato per l'estensione dell'area di servizio della rete;
- il gap-filler , che riceve il segnale in alta frequenza irradiato da un trasmettitore o ripetitore e lo re-irradia sulla stessa frequenza di funzionamento senza passare per la banda base. Viene utilizzato per servire piccole zone d'ombra all'interno dell'area di servizio di un trasmettitore.

Da segnalare anche che i vari tipi di reti possono essere progettate per servizi rivolti prevalentemente all'utenza fissa o all'utenza mobile. Nel primo caso è più adatta la modalità di modulazione OFDM a 2000 portanti, nel secondo caso è da preferire la modalità a 8000 portanti.

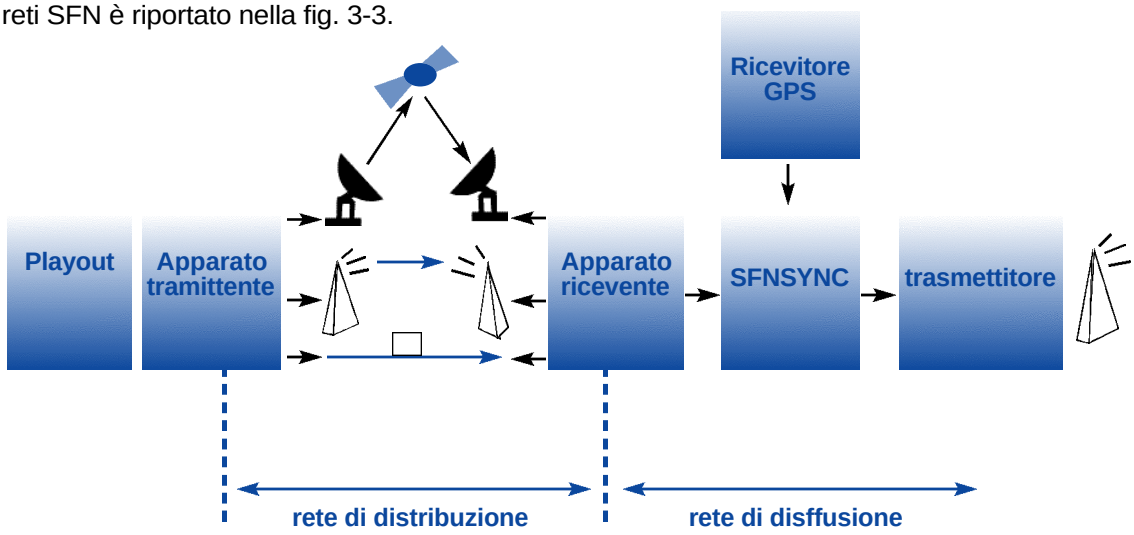
3.1.2.4 Le reti SFN

Le reti SFN, come è stato detto in precedenza, possono essere usate quando nell'ambito nazionale o locale servito si debbano irradiare gli stessi programmi e servizi, cioè quando non è richiesto di inserire nel transport-stream nuovi contenuti o sostituire parti del contenuto da irradiare solo in particolari aree del complessivo ambito territoriale servito dalla rete. La criticità posta da questo tipo di reti risiede nel fatto che tutti i trasmettitori debbono diffondere lo stesso transport-stream in uscita dal playout in un intervallo di tempo non superiore a 1 sec. Ciò comporta la necessità di una sincronizzazione di tutti i trasmettitori. Questa è ottenuta attraverso l'inserimento nel transport-stream dei segnali GPS tramite l'SFN adapter, i quali vengono confrontati con gli stessi segnali all'ingresso di ogni trasmettitore, ricevuti tramite un ricevitore GPS. Il confronto avviene per mezzo del modulo SFN sync che provvede, anche, a compensare il tempo di propagazione sulla base della differenza calcolata tra l'istante di invio (uscita dal playout) e l'istante d'arrivo all'ingresso di ciascun trasmettitore della rete.
Le reti SFN sono costituite da trasmettitori e gap-filler. I ripetitori non possono essere utilizzati nella realizzazione di queste reti in quanto non è possibile compensare le differenze nei tempi di propagazione. L'uso di gap-filler, tuttavia, presenta alcune difficoltà che riguardano in particolare il raggiungimento dell'elevato disaccoppiamento tra antenna ricevente e antenna trasmittente. Si ha anche una riduzione della qualità del segnale.

Architettura e componenti di costi della rete DTT in Italia

Lo schema generale del sistema da utilizzare per il servizio diffuso tramite reti SFN è riportato nella fig. 3-3.

Figura 0-3 Modello del sistema di diffusione con rete SFN

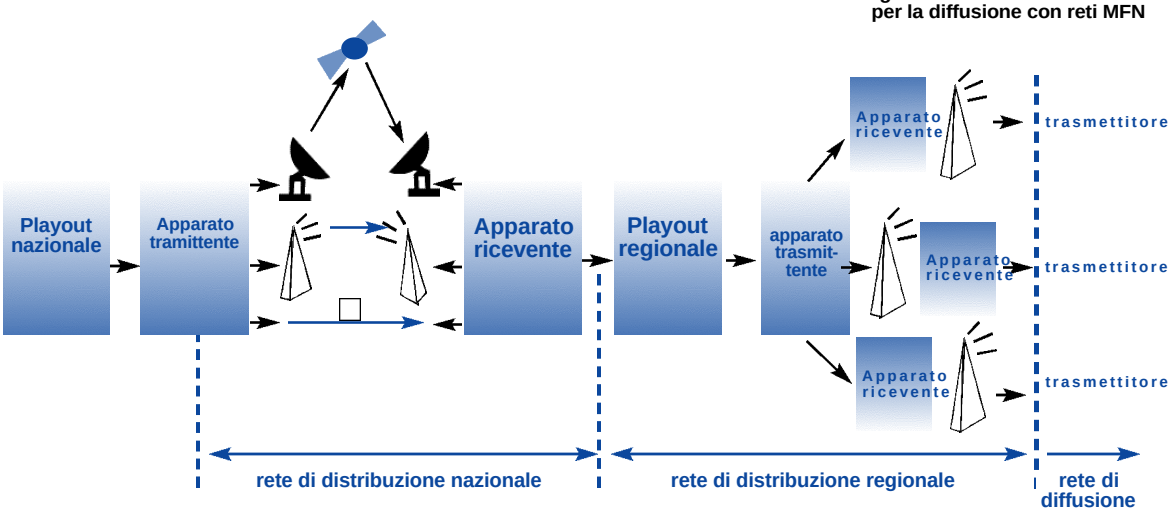


In sintesi il sistema opera come segue: il transport-stream, nel quale sono inseriti anche i segnali GPS di sincronizzazione, viene trasferito ai trasmettitori attraverso la rete di distribuzione. Nel centro trasmittente si compensa tramite l'SFN sync il ritardo accumulato dal transport-stream che viene poi irradiato dal trasmettitore.

3.1.2.5 Le reti MFN

Le reti MFN possono essere impiegate per la diffusione di programmi e servizi sia in ambito nazionale sia locale. La loro caratteristica specifica, rispetto alle reti SFN, è data dalla possibilità di inserire nel transport-stream nuovi contenuti o parti del contenuto da irradiare in aree specifiche del complessivo ambito territoriale servito dalla rete. Va ricordato, inoltre, che questo tipo di rete ha la proprietà di essere decomponibile. I trasmettitori delle reti in questione non debbono essere sincronizzati come nel caso delle reti SFN. Ne consegue che nei relativi playout non sono presenti i ricevitori GPS e gli SFN adapter; analogamente, nei trasmettitori mancano sia i ricevitori GPS che i moduli SFN sync.
Le reti MFN sono costituite da trasmettitori e ripetitori. Difficilmente vengono usati gap-filler. Gli impianti ripetitori che, come si è accennato, sono utilizzati per l'estensione delle aree servite dai trasmettitori, sono allocati al di fuori di tali aree. Va segnalato che la normativa vigente per l'elaborazione dei piani di assegnazione delle frequenze prevede che per i collegamenti tra impianti di diffusione si debbano usare ponti radio, cavo o satellite, con la conseguenza che per i ripetitori, che ricevono i segnali da ritrasmettere da un trasmettitore, non è prevista alcuna protezione dalle interferenze. Questo fatto limita fortemente l'uso di ripetitori nelle reti in esame. Se si considera, come esempio, una rete nazionale MFN che viene decomposta in reti regionali, si ha il modello schematico del sistema per servizi nazionali e servizi regionali in parte diversi da quelli nazionali, che è riportato in fig. 3-4.
Il funzionamento può essere sinteticamente descritto come segue: dal playout nazionale

Figura 0-4 Modello del sistema per la diffusione con reti MFN



il transport-stream è inviato ai playout regionali mediante una rete di distribuzione nazionale.
Nei playout regionali, se previsto, vengono eliminati alcuni programmi provenienti dal playout nazionale, inseriti contenuti locali - provenienti per esempio dalle emittenti locali - e aggiornate le informazioni contenute nel SI (Service Information). L'uscita dal playout regionale viene quindi inviata tramite la rete di distribuzione regionale in ponte radio ai trasmettitori della rete regionale di diffusione.

3.2 SISTEMI RICEVENTI D'UTENTE

3.2.1 Introduzione

Negli ultimi 20 anni i sistemi riceventi di utente, per effetto della crescente offerta analogica terrestre, si sono adeguati alle mutate esigenze di ricezione con una moltiplicazione di impianti spesso approssimativi e "di fortuna". L'obsolescenza degli impianti è dunque, una realtà, e costituisce sicuramente, nei casi più gravi, un forte handicap per una adeguata distribuzione di segnali digitali senza dover provvedere a interventi radicali di bonifica. Tuttavia ciò potrebbe anche rappresentare l'occasione per un adeguamento infrastrutturale che tra l'altro consentirebbe la fruibilità di servizi digitali d'avanguardia.

3.2.2 Le tipologie di impianto

I sistemi riceventi d'utente si suddividono in due grandi categorie:

- **i sistemi di ricezione individuali;**
- **i sistemi di ricezione centralizzata.**

In Italia sono molto più numerosi i sistemi individuali.

I componenti fondamentali dei sistemi riceventi sono:
- per gli impianti individuali, il sistema di antenne e la rete di distribuzione interna agli

Architettura e componenti di costi della rete DTT in Italia

edifici. Vi rientra, in taluni casi, anche l'amplificatore;
• per gli impianti centralizzati, il sistema di antenne, il preamplificatore, la centrale di testa (che può essere a larga banda, a bande separate o canalizzata) e la rete di distribuzione interna agli edifici.

Per quanto riguarda le antenne, i casi nei quali si rende necessario provvedere alla loro sostituzione a causa di una ricezione difficoltosa della televisione digitale, possono essere i seguenti:

• antenne scarsamente direttive (specialmente nel caso di log periodica);
• antenne con guadagno inadeguato (specialmente nel caso di log periodica).

Nel caso in cui i trasmettitori per la televisione digitale siano posizionati diversamente da quelli del servizio analogico o utilizzino bande di frequenze non previste dall'antenna esistente (specialmente nel caso di antenne Yagi) potrebbe essere necessaria una antenna aggiuntiva.

3.2.3 Gli impianti centralizzati

I sistemi centralizzati si suddividono in:

• **sistemi MATV** (Master Antenna TV), che distribuiscono segnali terrestri captati dal sistema d'antenna, tipicamente nelle bande VHF e UHF, ma talvolta includono la distribuzione di segnali inseriti localmente (per esempio quelli generati da telecamere di controllo per la sicurezza);

• **sistemi SMATV** (Satellite Master Antenna TV) che, oltre ai segnali terrestri, captano e distribuiscono anche segnali provenienti da satellite, che vengono convertiti in antenna nella banda di "prima frequenza intermedia" (1^ IF) da 950 a 2150 MHz.

La realizzazione di impianti MATV, nelle reti di distribuzione, ha sempre sofferto, in Italia, della carenza di una seria pianificazione, contestuale alla costruzione o alla ristrutturazione degli immobili. Tale carenza ha avuto (e continua ad avere) conseguenze spesso disastrose nella creazione delle colonne montanti.
In questi casi occorre procedere ad un rifacimento completo della rete, con elevati costi anche strutturali (ad es. opere murarie).
Negli impianti MATV di più recente realizzazione sarà opportuno effettuare verifiche di funzionalità rispetto, soprattutto, ai seguenti parametri:

• risposta in frequenza;
• attenuazioni sulle colonne montanti;
• efficienza di schermatura;
• disadattamento;
• disaccoppiamento tra prese d'utenza;
• disaccoppiamento tra colonne montanti;
• invecchiamento dei cavi;
• comportamento dei partitori di linea;
• verifica delle derivazioni d'utente.

Per quanto riguarda gli impianti SMATV, l'introduzione della ricezione satellitare negli impianti centralizzati ha portato quasi sempre a un adeguamento dell'impianto esistente MATV o alla realizzazione ex-novo dello stesso. Quando si è proceduto alla trasformazione dell'impianto da MATV a SMATV la situazione si è rivelata quasi sempre ottimale poiché, in tale eventualità, le verifiche sulla rete di distribuzione erano già state effettuate.
L'adeguamento degli impianti dipende ovviamente dalla soluzione tecnologica scelta per la distribuzione. Le soluzioni individuate sono:

• transmodulazione dei segnali analogici e digitali satellitari ricevibili "in chiaro" in un segnale PAL-AMVSB;
• distribuzione monocavo con conversione IF-IF;

- distribuzione multicavo;
- transmodulazione dei segnali QPSK in segnali 64QAM.

3.2.4 Conclusioni

L'introduzione della TV digitale richiederà di rivedere la situazione degli impianti di distribuzione negli edifici, soprattutto se, come previsto, sarà necessario soppiantare in toto la distribuzione analogica attuale.
Le ragioni di tale cambiamento sono principalmente due:

- l' introduzione del nuovo Piano di Assegnazione delle Frequenze, che prevede la riallocazione di circa 180 dei 487 siti primari di diffusione. Come conseguenza, una buona percentuale di utenza dovrà riorientare le antenne;
- la linearità intrinseca al segnale COFDM, che richiederà di verificare e in alcuni casi ottimizzare il funzionamento del preamplificatore e della centrale di testa.

A titolo di curiosità si segnala che, nel Regno Unito, circa il 20% degli impianti ha richiesto l' intervento dell'antennista per la risoluzione di problemi specifici.

3.3 IL TERMINALE D'UTENTE E L'INTERATTIVITÀ

L'ultimo dei componenti dell'architettura di rete per la televisione digitale terrestre è rappresentato dal terminale di utente (ricevitore TV integrato o set-top-box). Per quanto riguarda il modello funzionale e le prestazioni si rimanda al cap. 4.
Scopo delle pagine che seguono è quello di esporre alcune considerazioni relative all'interattività.
Gli standard DVB consentono di rispondere in modo globale alla crescente domanda di nuovi servizi generalisti e tematici, free-to-air e a pagamento, multimediali ed interattivi, e di migliorare sensibilmente la qualità del servizio, grazie all'introduzione del formato wide screen (16:9), l'audio digitale con qualità CD, l'accesso ad Internet e, in prospettiva, l'HDTV.
Il carattere distintivo della televisione digitale sarà tuttavia l'interattività. A rendere possibile tale evoluzione sarà soprattutto la piattaforma "aperta" dei ricevitori multimediali domestici della nuova generazione (set-top-box e ricevitori TV integrati). Nel caso di diffusione nazionale, il grado di interattività sarà pari a quello della televisione via satellite DVB-S dove il canale di ritorno degli utenti è collegato al playout nazionale per accedere per esempio, a livello di multiplex nazionale, all'offerta pay e ppv . Nel caso di diffusione regionale, poiché l'utente è collegato al playout regionale a livello di remultiplex regionale, il canale di ritorno permette una "de-localizzazione" dei servizi interattivi.

La presenza di un canale di ritorno via modem è essenziale per promuovere lo sviluppo di nuovi servizi di specifico interesse per il singolo utente quali, ad esempio, la posta elettronica ed i servizi commericali pay e ppv. Tutte queste applicazioni ricadono nel profilo "interactive broadcast" per il quale il DVB ha definito i protocolli di comunicazione e la tecnologia di interfaccia con la rete in grado di assicurare l'elevato livello di affidabilità e sicurezza che questi servizi richiedono.

In aggiunta si può dire che, per certe tipologie di servizi, la capacità di memorizzazione o la presenza di un data carousel con ciclo di aggiornamento breve non è più requisito fondamentale in quanto il "contenuto" deve essere fruito solamente nell'istante in cui viene trasmesso.

Architettura e componenti di costi della rete DTT in Italia

3.4 COMPONENTI DI COSTO

3.4.1 Premessa

In questa sede si vogliono fornire alcuni elementi di costo connessi alla realizzazione delle reti per la televisione digitale terrestre, elaborati con riferimento al macromodello di rete precedentemente descritto al par. 3.1.2..Va subito sottolineato che i dati riportati sono assolutamente parziali, non essendo stato possibile reperire le necessarie informazioni per tutte le apparecchiature considerate. Inoltre, quand'anche fossero disponibili tutti i dati, la determinazione dei costi effettivi risulterebbe piuttosto incerta, poiché i dati stessi dipendono, in ultima istanza, dalla configurazione effettiva che ogni operatore intende dare alla propria rete (si pensi, ad esempio, al tipo e alla capacità del mezzo di trasporto, alle riserve per aumentare l'affidabilità del sistema o al grado di servizio del territorio). Nelle pagine che seguono è contenuta inoltre una stima dei costi per i sistemi riceventi di utente. Per semplicità di presentazione, le componenti di costo vengono riportate distintamente per le apparecchiature professionali e per quelle di utente, di competenza degli operatori le prime, di competenza degli utenti le seconde.

3.4.2 Costi delle apparecchiature e impianti professionali

I costi in questione sono a carico degli opera-

Costi attuali di apparati professionali - (Valore in EURO)

Costruttore	codificatore MPEG-2		MUX		SFN Adapter		NA + Remux		Tratta in Ponte Radio (*)		Modulatore COFDM (**)		Trasmettitore (***)	
	Min	max	Min	max	Min	max	Min	max	Min	max	Min	max	Min	max
Produttore 1									28000	32000			30000	10000
Produttore 2													30000	10000
Produttore 3	28000	60000	23000	40000	7500	7500	23000	90000						
Produttore 4											15000	20000	45000	120000
Emittente 1	21000	26000	26000	31000	26000	31000	15500	60000	26000	36500				
Emittente 2	26000	57000	15000	21000	5000	10000	26000	87000	21000	31000				
Emittente 3	28000	45000	20000	30000	5000	10000	22000	53500	18000	25000				

(*) Capacità di 45 Mbit/s. (**) Nei trasmettitori più moderni il modulatore è incorporato nel trasmettitore.
(***) Gli apparati si intendono in configurazione non protetta.

tori e riguardano esclusivamente le apparecchiature e gli impianti e non le infrastrutture.
La tabella 1 si riferisce ad ogni singola apparecchiatura per la quale è stato possibile reperire i dati. I costi indicati sono stati forniti da alcuni produttori e da alcune emittenti.
Per completezza d'informazione, si è ritenuto opportuno riportare il costo minimo ed il costo massimo per ciascuna apparecchiatura.

Sulla base dei dati indicati nella tabella 1 si è voluto calcolare a titolo puramente esemplificativo il costo di un playout nazionale per reti di diffusione del tipo SFN. Come base di calcolo è stata utilizzata una composizione del playout di questo tipo:

- 5+1 codificatori MPEG-2
- 1+1 multiplex
- 1+1 SFN adapter
- 1+1 ricevitori GPS.

Nel computo non sono stati considerati i costi dei sistemi di accesso condizionato e di monitoraggio, non suscettibili di essere quantificati. La stima del costo totale è da considerarsi, pertanto, parziale.

Apparati	Quantità	Costo totale	
		Minimo	Massimo
MPEG-2	5+1	168.000	360.000
Multiplex	1+1	46.000	80.000
SFN Adapter	1+1	15.000	15.000
Ricevitore GPS	1+1	1.000	1.000
Totale		230.000	456.000

Tabella 3-2 Costo del playout nazionale per reti SFN (valori in euro)

3.4.3 Costo degli impianti di utente

La tabella che segue rappresenta il tentativo di immaginare, all'interno dello scenario attuale della ricezione televisiva terrestre, l'ammontare complessivo delle spese da sostenere per l'introduzione della televisione digitale nelle abitazioni italiane.
L'analisi tiene conto:
- del censimento delle diverse tipologie abitative (differenziazione della tipologia di appartamenti e di condomini in funzione del numero di abitazioni presenti in ciascuno di essi);
- del censimento delle vaire tipologie di distribuzione delle unità abitative per immobile;
- del censimento degli impianti esistenti.

In relazione a queste variabili sono stati stimati i costi a carico della singola unità familiare.

Tipologia di abitazione	Numero Totale	Costi per famiglia
Abitazioni	24.000.000	
Abitazioni con meno di 10 appartamenti	6.000.000	187.000
Abitazioni con più di 10 appartamenti	18.000.000	
Abitazioni servite da impianti MATV	9.700.000	620.000
Abitazioni servite da impianti individuali	8.300.000	670.000

Tabella 3-3 Stima dei costi per famiglia dei sistemi riceventi (Valori in lire)

Occorre specificare che, nel caso di realizzazione di nuovi impianti, i costi comprendono anche le spese di interventi murari per il rifacimento delle canalizzazioni sulle colonne montanti, la stesura della rete e il costo della centrale di testa.

Considerazioni sullo standard del ricevitore-decodificatore integrato per la fruizione dei servizi di televisione digitale

4.1 IL CONCETTO DI DECODER UNICO

Con riferimento allo standard del decoder per la televisione digitale, l'art. 2, comma 2, del decreto legge 30 gennaio n. 15 (convertito, con modificazioni, dalla legge 29 marzo 1999 n. 78) introduce il seguente principio: "i decodificatori devono consertire la diversa fruibilità delle offerte di programmi digitali con accesso condizionato e la ricezione dei programmi radiotelevisivi in chiaro mediante l' utlizzo di un unico apparato".

Usufruire dei servizi di televisione digitale con un decoder unico può significare:

- **ricevere con lo stesso decoder le offerte dei differenti operatori sia in chiaro sia criptate;**
- **ricevere con lo stesso decoder le offerte di televisione digitale (in chiaro e criptate) su differenti mezzi trasmissivi (cavo, satellite, terrestre).**

La prima interpretazione è quella che al momento riveste maggior rilevanza commerciale, essendo l'offerta dei servizi di televisione digitale attualmente limitata al satellite o al cavo. Anche se ancora non sono disponibili moduli multistandard per ricevere con lo stesso decoder la televisione digitale terrestre, via cavo e via satellite, è lecito prevedere che il decoder terrestre, con l'aggiunta di opportuni moduli, sarà compatibile con la ricezione via satellite e/o via cavo. Si ritiene tuttavia, in considerazione dell'elevato costo e dell'attuale assenza sul mercato di questi moduli, che tale ricezione multistandard debba per ora rimanere opzionale.
La ricezione delle offerte dei differenti operatori di pay-tv dovrebbe, in un decoder unico ideale, essere possibile semplicemente tramite l'attivazione dell'apposita smart-card, in maniera del tutto simile a quanto accade nei servizi di telefonia mobile GSM (Global Standard for Mobile Telephony). Il principale ostacolo a questa modalità di funzionamento, alla base del sistema Eurocrypt, è costituito dal fatto che tutti i sistemi d'accesso condizionato oggi esistenti in Europa sono proprietari. I sistemi proprietari si sono sviluppati proprio in ragione del dilagare del fenomeno delle smart-card illecite. La sicurezza del sistema di criptaggio è condizione essenziale per il successo commerciale di un operatore di televisione a pagamento. La normativa europea vigente fissa nell'algoritmo comune europeo il sistema obbligatorio di descrambling per tutti i ricevitori, ma lascia piena libertà ai fornitori di sistemi di accesso condizionato di elaborare algoritmi proprietari per la protezione delle chiavi di accesso. La stessa normativa tuttavia obbliga i depositari di algoritmi proprietari di accesso condizionato a fornire, su licenza, la tecnologia a condizioni eque e non discriminatorie.

I sistemi simulcrypt e multicrypt

Anche nel caso di decoder proprietario, dunque, la tecnologia deve essere accessibile a tutti coloro che ne facciano richiesta. Per consentire all'utente di abbonarsi alle offerte di differenti providers esistono attualmente due tecniche distinte, così come stabilite dal DVB:

simulcrypt, che nella sua forma più semplice consiste nel trasmettere la stessa offerta digitale criptata con differenti sistemi d'accesso condizionato. A differenza di quanto comunemente ritenuto, il simulcrypt non richiede un accordo fra operatori, ma un semplice accordo di licenza fra i fornitori dei sistemi d'accesso condizionato utilizzati ed il broadcaster. Accordi più complessi possono avvenire per ragioni d'opportunità commerciale, (come ad esempio la condivisione

della stessa smart-card che dà all'abbonato accesso a servizi differenti).
multicrypt , che consiste nell'avere nel decoder uno o più slot ad interfaccia comune in grado di ospitare un modulo d'accesso condizionato fornito da un altro provider. Il modello multicrypt è per il momento scarsamente applicato. Sul totale dei ricevitori circolanti in Europa, solo una minima parte ha uno slot d'interfaccia comune e non sono al momento disponibili moduli d'interfaccia comune per tutti i sistemi d'accesso condizionato offerti in Italia. Sarebbe tuttavia da valutare l'opportunità di inserire il multicrypt sul mercato della televisione digitale terrestre. Nel caso di televisore con decoder integrato la slot ad interfaccia comune è obbligatoria per legge ed il comitato raccomanda che tutti i set-top-box utilizzati per servizi di televisione digitale terrestre a pagamento siano dotati di almeno una slot a interfaccia comune.
Un altro modo per offrire servizi a pagamento con un unico decoder, nei sistemi via cavo e per analogia nelle reti digitali terrestri, è la cosidetta tecnica del **"transcontrol"** che consente agli operatori di una rete cavo di uniformare l' offerta sulla rete ad un unico sistema di accesso condizionato conforme ai decoder da loro distribuiti.

4.1.1 Il caso spagnolo

Il precedente più rilevante di interpretazione della direttiva 95/47 in senso favorevole all'adozione di un modello di decoder aperto è quello spagnolo. La Spagna è incorsa in una procedura d'infrazione della Commissione europea perché, nella conversione della 95/47 in legge, il significato di decoder aperto era stato limitato ai soli sistemi di tipo multicrypt. A seguito delle obiezioni mosse da Bruxelles, la Spagna ha modificato la normativa lasciando agli operatori la facoltà di scegliere tra simulcrypt e multicrypt. A seguito delle modifiche introdotte, la Commissione europea ha dato il proprio nulla osta, introducendo così un precedente valevole anche per gli altri Stati membri. Conseguenza diretta delle norme adottate dalla Spagna è stata l'adozione del sistema simulcrypt da parte dei due operatori presenti sul mercato della tv a pagamento. I vantaggi per gli utenti rischiano tuttavia di rivelarsi teorici poiché le due piattaforme digitali operano su satelliti differenti (Hispasat (Viadigital) situato a 7 gradi Ovest ed ASTRA a 19.2 gradi Est (Canal +)) non ricevibili con la stessa antenna.

4.2 . ITALIA: SIMULCRYPT O MULTICRYPT

Alla luce dell'analisi del caso spagnolo, il Comitato per lo sviluppo dei sistemi digitali ha ritenuto che la disciplina che l'Autorità dovrà adottare nel rispetto della legge europea dovrà in ogni caso lasciare aperta la possibilità di scelta fra simulcrypt e multicrypt.
Anche se non va sottovalutata l'importanza del multicrypt, il simulcrypt appare a breve termine una soluzione meno onerosa in relazione al mercato satellitare, in considerazione del numero rilevante dei decoder circolanti. Fatta salva l'importanza di una normativa "di garanzia", tuttavia, il successo commerciale dipende dagli accordi commerciali fra gli operatori. Sebbene sia tecnicamente possibile che ogni operatore produca le proprie smart-card, per evitare costi aggiuntivi e complicazioni agli utenti, è auspicabile che la fruizione delle differenti offerte sia alla fine resa possibile con una smart-card comune a tutti gli operatori. Per tutelare l'indipendenza di ogni operatore, tale condivisione dovrà basarsi su accordi commerciali liberamente stabiliti.

Considerazioni sullo standard del ricevitore-decodificatore integrato per la fruizione dei servizi di televisione digitale

4.2.1 La regolamentazione della fornitura di sistemi e servizi di accesso condizionato e della piattaforma multimediale domestica in Europa.

Nel regolare il mercato della pay-tv in Europa le autorità dei vari paesi intendono promuovere un mercato orizzontale di apparati e servizi basati sulla televisione digitale. Il decoder digitale, in tale prospettiva, può essere utilizzato per applicazioni non televisive, in particolare legate al mondo Internet, quali il commercio elettronico o i servizi multimediali interattivi. Si tratta di un'attività accessibile anche alla piccola e media impresa, che può rappresentare una grande occasione di sviluppo, soprattutto occupazionale, per il nostro paese.
Gli sforzi degli enti di regolazione devono peraltro fare i conti con il progressivo affermarsi, nella commercializzazione dei servizi di televisione digitale, di un modello basato su una forte integrazione verticale. In tale contesto il fornitore di contenuti (broadcaster) appartiene allo stesso gruppo o ha forti legami commerciali – se non vincoli di tipo proprietario - con il fornitore di servizi trasmissivi (trasmissione e multiplex) e col fornitore servizi di accesso condizionato (gestione abbonati e controllo smart card), giungendo persino a controllare la distribuzione e il noleggio dei decoder proprietari. Il successo del modello verticale è dovuto al fatto che l'operatore, avendo potere di mercato su tutta la catena del valore, riesce ad ottimizzare i costi e a mantenere il controllo sulla produzione e distribuzione delle smart-card o sulla raccolta dei dati relativi agli abbonati. Il consumatore, dal canto suo, è favorevole al noleggio perché tale forma di contratto gli consente di risparmiare sull'acquisto del decoder e lo tutela dalla rapida obsolescenza degli apparati. La maggioranza dei decoder circolanti in Italia è a noleggio.
Punto di partenza della disciplina comunitaria in materia di accesso condizionato è la direttiva 95/47 che ha introdotto i principi di separazione contabile e di condizioni eque e non-discriminatorie per la fornitura dei sistemi di accesso e ha imposto, a tutela del consumatore, l'indicazione separata del prezzo del servizio e del canone di locazione del ricevitore (se offerto a noleggio). Sulla base di tali principi, gli enti regolatori hanno elaborato una serie di linee-guida relative ai costi e ai tipi di licenza.
In Gran Bretagna Oftel si è preoccupata di disciplinare anche la ripartizione dei costi dei ricevitori a noleggio fra fornitore di accesso condizionato e broadcaster.
Nel rispetto delle indicazioni di Bruxelles la normativa italiana dovrebbe prevedere per le società di servizi di televisione numerica a pagamento che utilizzino sistemi proprietari l'obbligo di fornire assistenza alle parti (ad es.emittenti in chiaro o società che forniscono servizi multimediali) che ne facciano richiesta. In particolare, gli operatori che trasmettono ai ricevitori una EPG unica basata su dati proprietari, compatibilmente con la capacità del mezzo trasmissivo utilizzato, dovrebbero offrire a condizioni eque, non discriminatorie e orientate ai costi, la possibilità di includere la propria programmazione a tutte le emittenti che ne facciano richiesta. L'EPG rappresenta una forma di editoria eletttronica: si dovrà dunque lasciare all'operatore la facoltà di scegliere la linea editoriale giudicata più consona. Gli operatori verticalmente integrati e/o i fornitori che distribuiscono decoder associati alla loro offerta dovrebbero inoltre assistere le parti terze (a condizioni economiche eque, non discriminatorie ed orientate ai costi attribuibili alla fornitura di assistenza e di software) nello sviluppare applicazioni basate su sistemi operativi e API proprietarie. Nel software di sistema del decoder, inoltre, dovrebbero essere inclusi elementi basati su standard aperti per i quali siano facilmente reperibili, a costi ragionevoli, authoring tools. Tenendo conto dei ritmi dell'evoluzione tecnologica è lecito prevedere che, nel medio-lungo periodo, sarà possibile realizzare un decoder compatibile con le differenti offerte, svincolando definitivamente la piattaforma hardware dal fornitore di servizio.

Il DVB sta progredendo nella definizione del concetto della Multimedia Home Platform (MHP), che rappresenterà un passo significativo per la definizione di un decoder aperto. Appare tuttavia poco probabile l'apparizione sul mercato di prodotti DVB MHP a basso costo (al di sotto dei 500 euro) prima del 2002-3. Va inoltre aggiunto che gli standard aperti (HTML e XML, per esempio) legati al mondo Internet potranno divenire parte integrante del software residente garantendo sempre maggiore compatibilità con le applicazioni multimediali.
Consigliabile sembra dunque, al momento, l'adozione di approccio "evolutivo" nella prospettiva di API aperte e standardizzate (considerando forme di compatibilità basate su sistemi totalmente proprietari o semi-proprietari). Il DVB MHP, d'altronde, sarà in grado di garantire la compatibilità con un vasto numero di legacy systems.

4.2.2 Un sistema di normativa a due livelli

L'esperienza degli altri paesi europei, in particolare di Regno Unito, Scandinavia e Spagna, mostra che il tema della standardizzazione del decoder deve essere affrontato su due piani differenti.

- **l'azione normativa**:
in un mercato in continua evoluzione come quello della televisione digitale, essa si deve limitare a norme minime che favoriscano lo sviluppo proteggendo l'interesse dei consumatori senza però soffocare l'innovazione tecnologica.
- **gli accordi volontari fra operatori e costruttori:**
è un approccio molto diffuso nel mondo dell'information technology e sta guadagnando sempre più favori nell'ambito delle telecomunicazioni e della radiodiffusione. Nel Regno Unito, le principali caratteristiche tecniche del decoder sono state individuate da un gruppo per la promozione e la diffusione della televisione digitale, costituito su base puramente volontaristica (ha un nome?). In Scandinavia il gruppo Nordig, formato da tutti gli attori del settore, sta elaborando le norme Nordig I e Nordig II per un decodificatore aperto per cavo, satellite e digitale terrestre. Sia nel Regno Unito sia in Scandinavia i gruppi hanno carattere informale e sono aperti a tutti gli interessati.
Le deliberazioni adottare hanno il peso di "impegno morale" fra le parti, ma nessun valore legale. Anche in Italia, la costituzione di un tavolo digitale permanente su base esclusivamente volontaristica potrebbe essere utile allo scopo di elaborare e garantire il rispetto delle specifiche adottate, che costituiranno la base per l'autoregolamentazione del settore. Il Gruppo C, del quale fanno parte tutti gli operatori e i soggetti interessati allo sviluppo del settore, potrebbe costituirne il nucleo fondante. Apartire dalle norme obbligatorie, il gruppo di autoregolamentazione potrà elaborare regole tecniche e promuovere liberi accordi in vista dell'adozione di un sistema di API aperto e standardizzato a livello europeo per i servizi avanzati multimediali interattivi.
Secondo quanto elaborato dal Comitato per i sistemi digitali la normativa minima per tutti i prodotti dovrebbe comprendere:
- norme obbligatorie derivate dagli starndard DVB che regolano trasmissione ed elaborazione dei segnali;
- norme relative alle interfacce che garantiscono la compatibilità con le norme internazionali;
- norme che tengano conto delle peculiarità del mercato italiano (come la necessità, per i decoder terrestri, di sintonizzare i canali VHF (banda III, canali da 7 MHz) e UHF (bande IV e V, canali da 8 MHz) e di operare sia nei modi "2k" sia "8k" per favorire lo sviluppo di reti MFN e SFN);
- norme che garantiscano la compatibilità con la televisione analogica (trattamento del segnale Teletext e il passthrough RF per i decoder terrestri, per esempio).

Considerazioni sullo standard del ricevitore-decodificatore integrato per la fruizione dei servizi di televisione digitale

• norme che garantiscano una navigazione "elementare" basata sui dati SI DVB obbligatori e su altri ritenuti essenziali.

Tutte queste norme hanno trovato espressa previsione nella nella delibera 216/00 del 5 aprile scorso. Il provvedimento dell'Autorità ha previsto altresì la revisione, entro 18 mesi dall'adozione, della normativa tecnica applicabile ai ricevitori digitali terrestri, nell'ottica di un'evoluzione della normativa internazionale e dei risultati della sperimentazione.

L' appendice 3 contiene i parametri tecnici che dovranno essere inseriti nello standard minimo obbligatorio per tutti i ricevitori. Essa specifica inoltre tutte quelle funzioni che sono raccomandate per i decoder evoluti, ma che non costituiscono norme obbligatorie.

4.3. ANALISI DEI COSTI DEL RICEVITORE DIGITALE

L'analisi economica presentata nell'allegato 2 considera i seguenti fattori:

- i benefici del digitale per l'utente;
- la domanda di tecnologia delle famiglie italiane;
- la spesa per tecnologie delle famiglie italiane;
- la catena del valore;
- l'analisi della capacità produttiva;
- gli scenari e le previsioni di mercato.

Sulla scorta dei risultati dell'indagine di mercato sono state individuate due classi di prodotti:

1. STB e IDTV "di base", le cui funzionalità essenziali sono:

- la ricezione di programmi digitali in chiaro e Teletext in un'offerta televisiva a pagamento cosiddetta "di base";
- la presentazione dell'offerta nella sua interezza (attraverso un Navigatore);
- la possibilità di scelta del canale per l'utente.

2. STB e ITDV a funzionalità estese, le cui caratteristiche principali sono:

l'accesso a tutti i servizi della televisione a pagamento;

- l'EPG e il Superteletext;
- l'accesso ai servizi interattivi (commercio elettronico, home banking ecc.);
- la compatibilità con altri mezzi (es. satelliti, cavo anche condominiale);
- la registrazione locale di programmi.

Il successo della diffusione sul mercato italiano di un bene elettronico come il decoder digitale terrestre dipende da vari fattori:

- l'offerta dei produttori di set-top-box dovrà essere flessibile e differenziare il prodotto, prevedendo una versione base e una gamma di modelli a funzionalità estese.

- il prezzo di vendita al pubblico del modello base non potrà superare le 400 mila lire nel 2000 e quello del modello a funzionalità estese dovrà collocarsi tra le 500 mila e il milione di lire nel 2000.
- la struttura distributiva dovrà essere più ampia dell'attuale: l'analisi condotta dal Comitato ha infatti evidenziato il peso rilevante dei costi di distribuzione. In vista dell'introduzione della televisione digitale terrestre il problema acquista particolare rilevanza: il mercato del set-top-box satellitare è destinato infatti prevalentemente al noleggio mentre il decoder digitale terrestre "di base", è destinato alla vendita diretta.

Si potranno immaginare incentivi per l'utente, l'industria e le emittenti. Uniti a misure antievasione tali incentivi non dovranno necessariamente costituire un aggravio per il bilancio dello Stato. Al consumatore potrà per esempio essere assicurata un'aliquota IVA agevolata e una contributo all'acquisto, mentre altre forme di finanziamento potranno essere studiate nell' ambito della ricerca e dello sviluppo, anche al fine di formare nuove professionalità nel settore della progettazione di sistemi e servizi "convergenti".

Gli scenari operativi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale

5.1 IL PIANO DIGITALE: MODELLI DI RETE E NUMERO DI PROGRAMMI DIGITALI

Nel secondo capitolo sono stati esaminati i diversi tipi di reti e di servizi ipotizzabili nei sistemi di diffusione digitale terrestre. Nella stessa sede si è anche provveduto a illustrare modelli di reti pianificate a livello nazionale con impianti localizzati in siti comuni e scelti all'interno di scenari coerenti. Oltre allo scenario principale, definito dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze (PNAF), sono stati esaminati anche altri scenari derivanti dall'attuale struttura delle reti trasmissive analogiche.
Le reti pianificate a livello nazionale hanno caratteristiche tecnologiche (SFN, MFN) e di servizio (nazionale, regionale, provinciale e di area locale) diverse. L'obiettivo del presente capitolo è quello di descrivere il modo in cui i vari tipi di rete possono combinarsi ai fini di un piano digitale coerente e, quindi, della soddisfazione delle esigenze di tutto il sistema radiotelevisivo in via di profonda trasformazione. Oggetto della trattazione che segue è inoltre la transizione dalla situazione odierna, interamente analogica e non pianificata, a una situazione futura di "Piano digitale" che massimizzi l'estensione del servizio e ottimizzi l'uso dello spettro disponibile.

5.1.1 Modelli di rete

La tecnologia digitale consente di pianificare reti che utilizzano la stessa frequenza per tutti gli impianti trasmittenti che le compongono (reti SFN) e reti che richiedono, come nel caso di trasmissione analogica, frequenze diverse in impianti diversi allo scopo di minimizzare gli effetti dell'interferenza (reti MFN). Le analisi condotte hanno evidenziato la possibilità di realizzare reti miste MFN-SFN (reti k-SFN), ossia reti MFN nelle quali le sotto-reti composte dai trasmettitori che utilizzano la stessa frequenza godono dei vantaggi offerti dalla tecnologia SFN. Grazie a questi vantaggi, le reti k-SFN consentono la copertura di una maggiore percentuale di territorio e di popolazione con un incremento limitato del numero degli impianti.
I tipi di rete che possono essere considerati per il servizio nazionale, regionale, provinciale e di area locale sono pertanto i seguenti:

reti SFN,
reti MFN,
reti k-SFN.

Tali reti si distinguono anche sotto il profilo della capacità di trasmissione, minore per le reti SFN rispetto alle reti MFN. Ciò comporta che le reti SFN possono, rispetto alle reti MFN, trasmettere un minore numero di programmi o lo stesso numero di programmi, ma con qualità obiettivamente più modesta.
Deve inoltre essere segnalato che le reti pianificate a livello nazionale possono essere o meno decomponibili a livello regionale o di area locale e, quindi, dar luogo a reti a servizio regionale o provinciale o sub-provinciale. In particolare, le reti SFN non sono decomponibili a livello regionale e di area locale mentre le reti k-SFN sono decomponibili a livello regionale e quelle MFN lo sono a livello di area locale.

I modelli di rete individuabili nel contesto italiano sono:

- reti pianificate a livello nazionale non decomponibili in reti regionali, provinciali, o sub-provinciali, coincidenti con le reti SFN;
- reti pianificate a livello nazionale decomponibili in reti regionali o pluri-provinciali, pianificabili con il sistema k-SFN, dove k rappresenta il numero delle frequenze utilizzate (nei casi esaminati 2 o 3 frequenze);

Gli scenari operativi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale

• reti pianificate a livello nazionale decomponibili in reti regionali, provinciali e sub-provinciali, realizzate in modalità MFN . Utilizzano 4 frequenze.
Si precisa che con l'espressione "reti pianificate a livello nazionale" non si fa riferimento all'emittenza nazionale, ma alla modalità di pianificazione degli impianti da utilizzare sia per l'emittenza nazionale sia per l'emittenza locale.

5.1.2 Numero di programmi digitali

I criteri dettati dalla norativa vigente per la pianificazione delle frequenze comprendono tra l'altro:
• **l'equivalenza**, nei limiti delle compatibilità tecniche e in termini di copertura del territorio, per tutte le emittenti in ambito nazionale e locale;
• **la riserva di 1/3 dei canali in favore dell'emittenza locale** (l'art. 2, comma 6 lett. c, della legge 249/97 prevede inoltre che ulteriori risorse possano essere assegnate alla emittenza locale successivamente alla pianificazione);
• **la coincidenza dei bacini televisivi** con il territorio della regione (bacini regionali) e con il territorio della provincia (bacini provinciali).

In considerazione di tali criteri e delle caratteristiche tecniche specifiche di ciascuno dei modelli di rete, sono stati elaborati (si veda in proposito quanto detto al paragrafo 2.5) alcuni esempi volti a stabilire il numero di programmi digitali eventualmente disponibili a livello nazionale e locale sulla base delle seguenti ipotesi:
• le reti considerate sono tutte pianificate a livello nazionale, siano esse decomponibili in reti locali o meno;
• le reti locali risultano dalla suddivisione delle reti pianificate a livello nazionale decomponibili in reti regionali o provinciali o sub-provinciali;
• il numero di programmi per rete è pari a 4, supponendo che tale sia la capacità del multiplex;
• le reti sub-provinciali non vengono considerate.

Gli esempi sono naturalmente riferiti alla "situazione a regime", cioè al momento in cui il sistema televisivo è tutto digitale.
In questa situazione a regime si può immaginare, a puro titolo di esempio e con le necessarie riserve, che tutte le 55 frequenze assegnate alla radiodiffusione televisiva siano dedicate alla radiodiffusione digitale. Le formule di calcolo sono riportate nel paragrafo 2.5.

Come esempi estremi di scarsa o nessuna rilevanza pratica, si può ipotizzare di:
• utilizzare tutte le 55 frequenze disponibili per la realizzazione di reti SFN nazionali (non decomponibili in reti locali);
• utilizzare tutte le 55 frequenze disponibili per la realizzazione del maggior numero tecnicamente possibile di reti MFN nazionali (decomponibili in reti locali).

Nel primo caso le reti a copertura nazionale realizzabili sono 55, per un totale di 55 multiplex e di 220 programmi. Nel secondo si deve tener presente che delle 55 frequenze disponibili solo 52 possono essere utilizzate per la realizzazione delle reti MFN che, come indicato, richiedono ciascuna l'impiego di 4 frequenze. Si ipotizza che le 3 frequenze rimanenti vengano usate per la costruzione di 3 reti SFN.

La seconda ipotesi porterebbe a prospettare:
• 3 reti a copertura nazionale SFN per un totale di 3 multiplex e 12 programmi digitali;
• 13 reti MFN a copertura nazionale per un totale di 13 multiplex e 52 programmi digitali.

Suddividendo le 13 reti MFN in reti locali si otterebbero 273 reti regionali (Trento e Bol-

zano considerate come regioni) per un totale di 1092 programmi digitali; oppure 1339 reti provinciali per un totale di 5356 programmi digitali.
Se, nel primo dei casi ipotizzati, si decidesse di applicare il criterio della riserva di 1/3 dei programmi in favore dell' emittenza locale, tale criterio risulterebbe non applicabile. Nella seconda ipotesi, tenendo presente che i programmi digitali irradiabili in ogni bacino regionale (o provinciale) risultano pari a 64, i programmi assegnabili all'emittenza nazionale e a quella locale dovrebbero essere, rispettivamente, pari a 42 e a 22.
I due esempi appena riportati presentano alcuni problemi di rigidità che impediscono lo sfruttamento efficiente della risorsa spettrale e il rispetto delle riserve garantite dalla legge. Nel primo caso, infatti, l'impossibilità di decomporre le reti SFN in reti locali rende impossibile l'applicazione della riserva di 1/3 dei programmi all'emittenza locale. Nel secondo caso, invece, tutte le reti MFN sarebbero decomponibili a livello di area locale, anche quelle destinate a trasmettere programmi nazionali. Tale proprietà aumenterebbe la flessibilità delle reti destinate alle trasmissioni nazionali a prezzo, però, di un'utilizzazione non ottimale dello spettro.
Per raggiungere l'obiettivo di un uso efficiente dello spettro nell'osservanza delle disposizioni vigenti relative alla riserva di programmi per l'emittenza locale, sarebbe auspicabile la combinazione di modelli diversi di reti (SFN, k-SFN, MFN) capace di massimizzare il numero di programmi irradiabili nel ripetto della percentuale di programmi da assegnare all'emittenza locale. Si riportano a tale proposito due esempi (si veda il paragrafo 2.5 per una trattazione più dettagliata e per ulteriori esempi), il primo dei quali costituito da una combinazione di reti nazionali SFN e MFN, il secondo da una combinazione di reti nazionali SFN e 3-SFN, quest'ultime decomponibili in reti regionali (e reti pluriprovinciali).
La combinazione di reti nazionali SFN e MFN consente la realizzazione di 19 reti nazionali SFN e 9 reti nazionali MFN.
I programmi irradiabili per ogni bacino regionale (o bacino provinciale) risultano pari a 112, di cui 76 sono assegnabili all'emittenza nazionale e 36 all'emittenza locale.
La combinazione di reti nazionali SFN e 3-SFN permette la realizzazione di 22 reti SFN e 11 reti 3-SFN.
I programmi irradiabili per ogni bacino regionale (o pluriprovinciale) sono 132, di cui 88 assegnabili all'emittenza nazionale e 44 riservati all'emittenza locale.

In conclusione, i risultati ottenuti possono essere così riassunti:

TIPO DI RETE	N. MULTIPLEX (RETI SFN)	N.MULTIPLEX (RETI MFN O k-SFN)	N.PROGRAMMI RICEVIBILI IN CIASCUNAREGIONE		
			PROGRAMMI NAZIONALI (a)	PROGRAMMI REGIONALI (b)	TOTALE PROGRAMMI PER REGIONE (a+b)
Reti SFN	55		220		220
Reti MFN	3	13	40	24	64
Reti SFN + MFN	19	9	76	36	112
Reti SFN + 3-MFN	22	11	88	44	132

Gli scenari operativi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale

Come evidenziato dalla tabella, la ripartizione dei programmi tra nazionali e locali non sembra equilibrata, essendo eccessivamente alto il numero dei primi. Si potrebbe ipotizzare di variare opportunamente tale ripartizione a vantaggio dell'emittenza locale. Se, per esempio, si considera l'ipotesi di modelli di rete SFN+MFN, si può immaginare di utilizzare 4 reti SFN in meno, per realizzare una rete MFN in più. In questo caso si avrebbero 60 programmi nazionali per ciascuna regione e 40 programmi regionali, per un totale di 100 programmi.

Per chiarezza espositiva va sottolineato che gli esempi sopra riportati si identificano con schemi puramente teorici per la loro rigidità. Essi presuppongono infatti che tutte le reti nazionali siano del tipo SFN da assegnare ai concessionari operanti in ambito nazionale. Verosimilmente però tali concessionari vorranno fornire servizi (diversi dai programmi televisivi in chiaro, compreso il Teletext) anche a carattere locale, ciò che può accadere soltanto con la disponibilità di reti decomponibili localmente (che utilizzano, si ricorda, solo una frequenza). Nei casi descritti non si è poi tenuto conto di altri aspetti quali, ad esempio, le norme relative agli accordi sull'uso delle frequenze in zone di confine.

Da quanto si è detto deriva che il numero complessivo di reti, multiplex e programmi può risultare inferiore a quello indicato negli esempi. La elaborazione del Piano digitale effettivo, quindi, dovrà tener conto, oltre che di tutti gli aspetti tecnici, anche dell'offerta dei servizi, con un occhio alla "convergenza" in atto dei sistemi di comunicazione. Il Piano, tra l'altro, dovrà essere inserito e armonizzato con il piano di Stoccolma, la cui revisione è prevista per il 2005.

La maggior parte delle associazioni delle emittenti locali non condivide l'ipotesi secondo la quale le emittenti a carattere nazionale possano offrire servizi differenziati in ciascun ambito locale. Le stesse associazioni infatti ritengono che, anche per la trasmissione di servizi debbano valere le stesse norme previste per i programmi televisivi e la pubblicità. Si ricorda che la normativa di settore non prevede la possibilità per le reti nazionali private di effettuare trasmissioni differenziate a livello regionale, provinciale o subprovinciale, mentre prevede la possibilità di emissioni regionali differenziate per le reti della concessionaria pubblica nei limiti fissati dal contratto di servizio – art. 15, comma 15 della legge 223/90 -. In ogni caso è vietata la differenziazione delle trasmissioni pubblicitarie da parte delle reti nazionali, art. 8, comma 10 della legge 223/90). Tali norme sono finalizzate a garantire nei vari ambiti territoriali il ruolo riservato all'emittenza locale. La maggior parte delle associazioni delle emittenti locali ritiene, pertanto, che i servizi offerti dalle reti nazionali debbano essere identici sull'intero territorio nazionale.

Il Comitato ricorda a tale proposito che la concessionaria pubblica, nei limiti previsti dal contratto di servizio, potrà trasmettere servizi differenziati anche in ambito regionale.

5.2. GLI SCENARI DI TRANSIZIONE

Obiettivo del presente paragrafo è di analizzare alcuni possibili scenari di transizione dalla situazione attuale a una nella quale lo spettro venga totalmente utilizzato per le trasmissioni digitali. Elementi comuni a tutti gli scenari di transizione sono:

• la perfetta conoscenza della situazione attuale (localizzazione e caratteristiche dei trasmettitori attualmente utilizzati);
• la progettazione di un Piano digitale che garantisca la massima utilizzazione della risorsa spettrale;
• la compatibilità delle configurazioni raggiunte nelle fasi intermedie del processo di transizione con il nuovo Piano digitale;
• la minimizzazione dei disagi per l'utenza;
• la definizione di garanzie di equa ripartizione dei disagi e di non discriminazione all'accesso per i broadcaster.

I risultati illustrati nel capitolo 2 consentono di definire scenari di partizione ottimale dello spettro in reti nazionali e locali e possono essere utilizzati anche per definire la partizione ottimale delle 4 frequenze destinate alle trasmissioni digitali dal PNAF o di una collezione di insiemi di frequenze disponibili in ogni sito. Sulla base di tali risultati, inoltre, sarà possibile realizzare l'equilibrio tra reti nazionali e reti regionali, ottimizzando l'uso delle frequenze e massimizzando il numero e la qualità dei programmi irradiabili.
Il PNAF, approvato dall'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni il 30 Ottobre 1998, riserva alle trasmissioni digitali i canali 66-67-68 ed il canale 9. A partire dal Piano si possono ipotizzare le due diverse strategie di transizione al digitale:

• la liberazione delle frequenze assegnate alle trasmissioni digitali dal PNAF. Questa ipotesi è praticabile se la data del passaggio al digitale viene fissata non prima del 2010;
• la trasformazione progressiva dei canali da analogici in digitali. Questa ipotesi potrebbe rivelarsi la più vantaggiosa se la data della transizione al digitale venisse anticipata al 2006, ma sarebbe praticabile anche se la data fosse fissata prima del 201°.

5.2.1. Scenario A: liberazione dei canali previsti dal PNAF

L'obiettivo della prima strategia (A) può essere conseguito:

A1. attuando completamente il PNAF;

A2. liberando i soli canali destinati alle trasmissioni digitali, ovvero i canali 66-67-68 (banda V) ed il canale 9 (banda III), indipendentemente dal completamento dell'attuazione del PNAF.

Scenario A1

Il PNAF ha assegnato a ciascun sito una o più frequenze generiche scelte in un insieme di tre. Tale assegnazione è stata effettuata allo scopo di garantire il massimo livello di qualità di servizio compatibile con i vincoli imposti dalla legge 249/97. Una volta realizzati i nuovi siti, l'effettiva attuazione del PNAF richiede l'assegnazione delle frequenze alle emittenti nonché la programmazione e la realizzazione della transizione dalla situazione attuale alla situazione di piano. Queste due fasi richiedono tempi alquanto lunghi (3-4 anni).

La **programmazione della transizione** costituisce la fase più critica dell'attuazione del piano analogico. Oltre all'analisi dettagliata dettagliata della situazione di partenza sono infatti necessari:

• la realizzazione di un algoritmo di sequenziamento delle variazioni di frequenza che, in fasi temporali successive, agevoli il passaggio dalla situazione attuale a quella del Piano digitale. La sequenza individuata dovrà minimizzare, in ciascuna fase temporale, la popolazione servita con un livello d'interferenza superiore all'attuale;

Gli scenari operativi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale

• la sincronizzazione degli interventi di broadcaster diversi che condividono la stessa frequenza;
• la sincronizzazione delle modifiche degli impianti di ricezione e di trasmissione con il processo di variazione delle frequenze.
Il tempo necessario per la transizione nello scenario A1 è di difficile quantificazione. Esso infatti dipende:
•dal numero di tecnici che, nel tempo, verranno dedicati da ciascun broadcaster alla ristrutturazione della rete;
•dal numero massimo di utenti non serviti in ogni fase della transizione ritenuto accettabile da ciascun broadcaster;
• dalla disponibilità di tecnici per la ristrutturazione degli impianti degli utenti;
• dalle difficoltà (di tipo urbanistico, ambientale, igienico-sanitario) incontrate per ottenere le autorizzazioni necessarie alla realizzazione dei nuovi siti.

Una stima prudente dei tempi di attuazione non dovrebbe ipotizzare un periodo di tempo inferiore ai 3-4 anni.

Scenario A2

La procedura di liberazione delle frequenze destinate alle trasmissioni digitali è certamente meno complessa dell'attuazione completa del PNAF. Elementi indispensabili di tale pianificazione sono:

• l'individuazione delle caratteristiche dei trasmettitori (localizzazione degli impianti, diagrammi d'antenna, frequenze utilizzate) che attualmente utilizzano i canali da liberare (66-67-68 e 9);
• l'individuazione di una frequenza alternativa (da assegnare all'operatore al posto della frequenza liberata al fine di poter proseguire le trasmissioni in tecnica analogica) in ciascun bacino d'utenza nel quale una frequenza da liberare sia attualmente utilizzata. La frequenza alternativa potrebbe essere libera o utilizzata da un diverso programma. Nel secondo caso si renderebbe necessaria una "ristrutturazione", il più possibile limitata, delle frequenze utilizzate in quel bacino d'utenza;
• lo "spostamento" dell'emittente che utilizza le frequenze da liberare sulla frequenza alternativa.

I motivi principali per cui la liberazione delle frequenze digitali (66-67-68 e 9) è meno impegnativa dell'attuazione del PNAF risiedono nel numero limitato di frequenze interessato dal cambiamento, nella semplicità della procedura di transizione che si riduce ad un numero limitato di "spostamenti" di frequenza, nei disagi minimi per l'utenza e nella ristretta porzione di banda coinvolta nel processo.
I tempi di transizione, in questo caso, sarebbero di circa due anni, inferiori a quelli di attuazione del Piano, visto che le "ristrutturazioni" locali delle reti nelle zone nelle quali non sia stata individuata una frequenza alternativa libera potrebbero essere molto complesse. Una versione semplificata dell'ipotesi A2 potrebbe prevedere la liberazione delle 4 frequenze solo nelle zone con maggiore densità di popolazione (città principali).
Lo svantaggio della soluzione A2, sopratutto rispetto agli scenari associati alla strategia B, è il numero limitato di frequenze (4) rese disponibili alla fine del processo di transizione.
Il vantaggio di una delle soluzioni della strategia A è di consentire un avvio ordinato del sistema digitale.

5.2.2 Scenario B: trasformazione progressiva dei canali analogici in canali digitali.

La caratteristica principale dello scenario B è quella di superare il vincolo imposto dal PNAF e che limita i canali destinati alle trasmissioni digitali ai soli canali 66-67-68 e 9. Tale superamento deve tuttavia garantire l'e-

sistenza, a regime, di un certo numero di frequenze da destinare, su tutto il territorio nazionale, alla realizzazione di reti SFN. L'esigenza di disporre di tali frequenze è motivata, come detto nei paragrafi precedenti, della necessità di realizzare reti nazionali non decomponibili a livello locale. L'esigenza appena illustrata restringe a due possibili modalità l'attuazione dello scenario B: liberazione (su tutto il territorio nazionale) di ulteriori frequenze oltre a quelle previste dal Piano, o avvio delle trasmissioni digitali sulle frequenze disponibili. Avremo quindi due possibili scenari:

B1. utilizzazione (su tutto il territorio nazionale) di ulteriori frequenze da dedicare al digitale;

B2. avvio delle trasmissioni sulle frequenze disponibili.

Scenario B1

Lo scenario di transizione B1 consiste nell'applicazione della stessa procedura ipotizzata per lo scenario A2. In fasi successive si individuano frequenze da liberare in aggiunta ai canali 66-67-68 e 9, si individuano, in ogni sito, frequenze alternative sulle quali non siano irradiati programmi analogici o digitali ed infine si "trasferiscono" su queste ultime i programmi attualmente irradiati su frequenze da liberare.
In altre parole, nello scenario B1 la trasformazione analogico-digitale non si limita alle frequenze individuate dal PNAF ma, in fasi successive ed utilizzando la stessa strategia descritta nel caso A2, si preoccupa di liberare il massimo numero di frequenze da dedicare alle trasmissioni digitali. Il vincolo che lo scenario B1 impone è che la liberazione di una frequenza debba avvenire, come per i canali 66-67-68 e 9, su tutto il territorio nazionale. Tale vincolo garantisce che le configurazioni raggiunte nelle varie fasi del processo di transizione siano compatibili con l'attuazione del Piano digitale.
Il principale svantaggio dello scenario B1 è costituito dalle maggiori difficoltà di attuazione della strategia descritta nel punto A2 all'aumentare del numero di frequenze liberate. Infatti, il meccanismo di "scambio" diviene via via più difficile da applicare al diminuire del numero di frequenze libere e non dedicate alle trasmissioni analogiche o digitali. Parallelamente, diminuiscono le possibilità di ristrutturare "localmente" le frequenze. Tuttavia, considerando l'orizzonte temporale all'interno del quale si articola la transizione, si può anche valutare che l'avviamento di un certo numero di bouquet digitali possa favorire una volontaria messa a disposizione di frequenze analogiche da parte di operatori interessati alla conversione della propria tecnologia di trasmissione.

Scenario B2

Lo scenario B2 si differenzia dallo scenario B1 (e dall'A2) in quanto non prevede la liberazione della stessa frequenza in tutti i bacini d'utenza, ma piuttosto l'utilizzo diretto delle frequenze disponibili in ogni bacino d'utenza (soluzione cosiddetta a macchia di leopardo).
Una conseguenza immediata di tale scelta è la necessità di verificare in modo accurato l'idoneità delle frequenze destinate alle trasmissioni digitali. In modo più specifico: l'interferenza iso-canale subita dalla frequenza alternativa dovrà essere compatibile, in ogni pixel dell'area di servizio, con la qualità richiesta per il segnale digitale. Questa verifica implica che, per ogni area di servizio, dovranno essere note le caratteristiche dei trasmettitori interferenti sulla frequenza destinata alle trasmissioni digi-

Gli scenari operativi per l'avvio e lo sviluppo della televisione digitale

tali e dovrà essere effettuata " a priori"una verifica simulata della qualità del servizio digitale in presenza di tali disturbi.
La transizione analogico-digitale prevista nello scenario B2 non conduce, al contrario di quella prevista nello scenario B1, alla progressiva liberazione di frequenze su tutto il territorio nazionale.
Al contrario, la transizione "a macchia di leopardo" porta naturalmente ad una situazione a regime caratterizzata da un insieme di reti MFN digitali composte da trasmettitori che operano, sostanzialmente, alle stesse frequenze delle attuali reti analogiche. Tale situazione a regime, oltre a soffrire delle stesse inefficienze dell'attuale assetto analogico, avrebbe il difetto di rendere molto difficile la realizzazione di reti nazionali SFN o k-SFN e, di conseguenza, di forzare l'utilizzo di reti MFN decomponibili a livello locale per la realizzazione di reti nazionali.

Questa inefficiente gestione dello spettro (utilizzo di reti decomponibili per programmi che non possono essere diversificati a livello locale) può essere evitata solo attraverso una periodica ri-assegnazione delle frequenze destinate al digitale che ottimizzi il "mix" delle reti SFN e MFN. Tale ri-assegnazione non pone problemi agli utenti del servizio poiché il software del set-top-box consente la modifica "trasparente" delle frequenze di trasmissione. I problemi posti dalla ri-assegnazione gravano, al contrario, tutti sui broadcaster. É infatti evidente che una situazione analoga a quella attuale, con centinaia di broadcaster impegnati a gestire gruppi di (o anche singole) frequenze, renderebbe molto difficile la ri-assegnazione dei multiplex a frequenze irradiate da impianti diversi, con diverse gestioni tecniche (playout e reti di distribuzione) e appartenenti a diverse reti MFN.
Diversa sarebbe la situazione se porzioni dello spettro fossero gestite in modo unitario da un network provider. A fronte di una gestione tecnica unitaria del playout, della rete di distribuzione e della porzione di spettro a lui affidata, il network provider potrebbe facilmente ri-allocare i multiplex sulle frequenze, ottimizzando l'uso dello spettro.
In conclusione, la scelta dello scenario B2 implicherebbe la ri-assegnazione delle frequenze durante il processo di transizione, allo scopo di avere, a regime, un giusto "mix" di reti SFN e MFN. A sua volta, la necessità di ri-assegnare le frequenze in modo efficiente implicherebbe la presenza di un numero limitato di network provider per ciascun bacino di utenza.

Il processo di transizione nello scenario B2 dovrebbe essere articolato in fasi successive. In ciascuna fase si dovrebbe:

- individuare nuove frequenze disponibili nei vari bacini d'utenza. Le nuove frequenze disponibili potrebbero essere libere oppure utilizzate da un diverso programma. Nel secondo caso (nel quale la disponibilità è ovviamente condizionata al consenso dell'operatore) si renderebbe necessaria una "ristrutturazione", il più possibile limitata, delle frequenze utilizzate in quel bacino d'utenza;
- verificare l'idoneità alle trasmissioni digitali di ciascuna frequenza disponibile, valutando l'interferenza analogica iso-frequenza;
- utilizzare le nuove frequenze disponibili (se idonee) per ridefinire (gestione dinamica delle frequenze) un insieme di reti (regionali, nazionali e locali) che utilizzi al meglio le frequenze a disposizione ("pool" delle frequenze disponibili).

Si osservi che la ristrutturazione delle frequenze si rende necessaria solo in una fase molto avanzata della transizione. In particolare, è necessario modificare le asse-

gnazioni solo quando le reti si estendono ad ampie porzioni del territorio (con molti siti trasmissivi) e le assegnazioni fatte nelle prime fasi rendono impossibile la realizzazione di nuovi programmi. Pertanto, tale questione deve essere opportunamente impostata, ma non condiziona la difficile fase di decollo del digitale.

Nel quadro dello scenario B2, il processo di transizione dalla situazione attuale alla situazione di Piano digitale può essere logicamente suddiviso in tre fasi:

a) fase di avvio;
b) fase di trasformazione analogico-digitale;
c) fase di "switch off".

La fase di avvio dovrebbe essere caratterizzata da un impatto minimo - possibilmente nullo- sulle trasmissioni analogiche, dall'utilizzo delle frequenze resesi disponibili, dall'ampia diffusione dei set-top-box e dei ricevitori digitali.

La fase di trasformazione analogico-digitale, indipendentemente dalla fissazione di una data, può essere avviata favorendo il volontario abbandono delle frequenze analogiche da parte degli operatori. Questa eventualità è evidentemente correlata alla maggiore o minore diffusione dei set-top-box -considerando il ciclo di vita dei ricevitori domestici e il tempo necessario alla sostituzione di questi ultimi con i ricevitori digitali – alle valutazioni economiche dei concessionari al progredire del processo di transizione e all'offerta di accordi vantaggiosi da parte di network provider specializzati.
La quantificazione di tali fattori dovrà essere oggetto di un serio studio economico statistico.È comunque possibile osservare fin d'ora che, per quanto riguarda la fase di avvio, il "livello di diffusione critico" (ovvero il livello di diffusione che spinge l'operatore alla transizione) varia da operatore ad operatore ed è fortemente correlato alla percentuale di audience analogica raggiungibile dopo la transizione al digitale. Evidentemente il livello di diffusione critico decresce nel passare da operatori nazionali a operatori regionali, provinciali e locali. Nella fase di switch-off è evidente che, quanto più conveniente e interessante sotto il profilo della composizione dei "bouquet" sarà l'offerta del mercato, tanto prima si giungerà al livello di diffusione critico e al momento della transizione per ciascun operatore.
Tutti questi fattori suggeriscono che nella fase di transizione saranno le emittenti locali le prime a trasformare il servizio da analogico a digitale.

La fase di "switch off" è la fase conclusiva del processo di transizione e potrà essere realizzata solo quando il numero di utenti dotati di impianti di ricezione digitale avrà raggiunto il livello di diffusione critico accettabile dagli operatori con la massima copertura e con i maggiori immobilizzi in termini di apparati e strutture di servizio. In tale situazione, l'interruzione definitiva delle trasmissioni analogiche sarà a "costo zero" per tutti gli operatori.
Se, come sembra ragionevole, gli operatori nazionali con maggior copertura saranno gli ultimi a cessare le trasmissioni analogiche, una lunga fase di trasmissione simultanea dei programmi analogici nei "bouquet" digitali "simulcast" non avrebbe più alcuna ragion d'essere. Al contrario, tutte le risorse disponibili per il digitale dovrebbero essere utilizzate per massimizzare l'interesse del pubblico e incoraggiare la diffusione dei ricevitori digitali. L'adozione di questo scenario richiederà comunque un adeguamento della normativa di legge per stabilire le regole necessarie.

Conclusioni

Il rapido avvio della televisione digitale terrestre dipende in larga misura dalla presenza di incentivi che promuovano sia la domanda sia l'offerta dei servizi digitali terrestri.
I principali incentivi volti a promuovere la domanda dei consumatori potrebbero essere i seguenti:

• la trasmissione, nei bouquets digitali terrestri, di nuovi contenuti, anche a pagamento, non disponibili in analogico, per stimolare l'utenza ad acquistare o noleggiare ricevitori digitali terrestri. In una prima fase attuativa, il simulcast dei programmi analogici nazionali potrebbe non essere necessario al successo commerciale della televisione digitale; in un secondo momento non è escluso che possa rivelarsi un elemento di grande importanza per lo sviluppo della tv digitale terrestre,
• la previsione, in linea con quanto indicato dal Comitato per lo sviluppo dei sistemi digitali, di un regime fiscale favorevole per apparati e abbonamenti, nonché incentivi del tipo "rottamazione" per l' acquisto di televisori e set-top-box compatibili con le trasmissioni digitali terrestri,
• l'adeguamento dei sistemi di ricezione, soprattutto nel caso dei sistemi condominiali. Si potrebbe in particolare favorire un accantonamento annuo da parte delle ammistrazioni condominiali al fine di adeguare e ampliare i sistemi di ricezione collettiva, ripartendo così il carico economico in un intervallo temporale più lungo.

Per incentivare gli operatori sarebbe opportuno:

• ridurre al minimo, in particolare nella fase di avviamento dei servizi digitali terrestri, la necessità di nuove infrastrutture favorendo, anche per via regolamentare, la nascita di consorzi o società di gestione identificando soggetti che siano in grado di garantire forme di utilizzo condiviso degli impianti. Nella fase di sperimentazione le imprese televisive possono condividere gli impianti anche attraverso intese contrattuali. L'art. 21 della legge 223/90 prevede, per esempio, oltre ai consorzi, anche intese contrattuali per l'attività di trasmissione in contemporanea tra diverse emittenti locali;
• definire un quadro regolamentare chiaro per incoraggiare gli investimenti nella tecnologia digitale; garantire che la durata delle concessioni sia, anche in considerazione della durata degli analoghi titoli rilasciati nel settore delle telecomunicazioni, compatibile con il recupero degli investimenti.
La normativa esistente non è sufficientemente flessibile per garantire la fase di transizione al digitale: non risulta possibile, in particolare, assegnare le frequenze disponibili e quelle da liberare ai soggetti in possesso di "titolo idoneo". Infatti le leggi 249/97 e 122/98 prevedono che le attuali frequenze possano essere assegnate fino all'approvazione, da parte dell'Autorità, del nuovo Piano di assegnazione delle frequenze (si ricorda che tale Piano è stato già approvato).

Le frequenze da liberare che possono essere utilizzate sia nell'ipotesi di attuazione del PNAF (scenario A), sia in quella di sviluppo prevista nello scenario B, sono:

• quelle delle emittenti la cui domanda di concessione non sia stata accolta;
• quelle delle emittenti che gestiscono più di una rete in ambito nazionale per la trasmissione analogica di programmi in forma codificata e quelle delle emittenti private che gestiscono più di due reti analogiche in ambito nazionale per la trasmissione di programmi in chiaro. Spetta all'Autprotà, ai sensi della legge 249/97 fissare il termine di cessazione dell'esercizio di queste reti;
• quelle che possono essere recuperate attraverso una limitata ristrutturazione delle reti analogiche esistenti;
• quelle delle emittenti nazionali e locali dichiarate fallite dopo il rilascio delle concessioni ai sensi della legge 422/93;
• quelle dismesse al 31 dicembre 1997 ai sensi dell'art. 3 comma 11 della legge 249/97 e

non ancora riassegnate (trattasi della quota di 1/3 di tali frequenze di spettanza della emittenza locale ai sensi del DM 20/2/98).

Per l'avvio e la regolamentazione della fase di transizione dall'analogico al digitale, occorre innanzitutto stabilire in modo certo la scadenza per l'attuazione del "tutto digitale" e decidere se esiste compatibilità tra l'attuazione del PNAF e l'avvio rapido della digitalizzazione.

Se si considera che, con l'ottimizzazione dell'utilizzo dello spettro assegnato alla radiodiffusione televisiva, il PNAF non lascia spazi liberi, ad eccezione delle frequenze riservate al digitale che non possono essere liberate se non a PNAF attuato integralmente o parzialmente, i tempi per l'avvio della televisione digitale rischiano di allungarsi di tre o quattro anni circa. Per accelerare i tempi, si potrebbe allora pensare di avviare il processo di digitalizzazione sulla base dello sviluppo del mercato (a "macchia di leopardo", scenario B2), attivando, cioè, il servizio in quelle aree nelle quali vi siano già frequenze disponibili assegnandole prioritariamente alla TV digitale. Per rendere operativa quest'ultima ipotesi, tuttavia, si rendono necessarie nuove norme che consentano l'uso di tutte le frequenze disponibili, nonostante l'avvenuta approvazione del PNAF.
Tale ipotesi potrebbe tradursi in realtà in tempi piuttosto brevi. Immaginando di completare il percorso regolamentare nei prossimi sei mesi, le infrastrutture per un servizio destinato a circa il 50% della popolazione e 4-5 multiplex potrebbero essere realizzati verso la fine del 2001.
Una volta rese disponibili le frequenze necessarie, è lecito ritenere che nei due anni seguenti sarà possibile avviare altri 3-4 multiplex e che il servizio riuscirà a raggiungere circa il 70 % della popolazione. Solo allora si potrà parlare di un'accelerazione dell'offerta e della qualità del servizio capace di far considerare matura la fase di transizione.
Occorre tenere presente che, a prescindere dalla scelta adottata per stimolare la transizione dall'analogico al digitale, la gestione del sistema televisivo digitale nel suo complesso solleva problematiche specifiche, diverse da quelle relative al sistema analogico, di natura normativa e gestionale. La normativa vigente fornisce certo una base sufficiente per l'inizio della sperimentazione della televisione digitale terrestre sulle frequenze riservate dal PNAF, ma si segnala l'opportunità di avviare una fase di riflessione e verifica tra le parti interessate su alcuni punti che potrebbero rappresentare fattori di possibile difficoltà per lo sviluppo del sistema digitale. Infatti essa prevede che:

- sia rilasciata una concessione per ogni rete analogica e quindi per ogni programma;
- la concessione, che comprende l'assegnazione delle frequenze, sia rilasciata all'emittente che non è titolare solo dell'esercizio della rete (network provider), ma anche della produzione di programmi da trasmettere (content provider);
- possano essere costituiti solo consorzi o altri tipi di associazioni per l'uso in comune di infrastrutture e impianti;
- l'esercizio della tv digitale terrestre sia garantito alla concessionaria del servizio pubblico e ai concessionari e autorizzati per la TV analogica.

L'insieme di tali disposizioni rende difficile lo sviluppo della TV digitale in tempi brevi.
Il rilascio della concessione per una rete e quindi per un programma, nel campo della TV digitale, risulta difficoltoso per una serie di motivi. Infatti:

- una rete digitale può trasmettere almeno 4 programmi;
- l'assegnazione delle frequenze ai concessionari potrebbe comportare lo sfruttamento non ottimale delle possibilità tecniche e di mercato offerte dalla tecnologia digitale;
- la previsione di poter costituire solo consorzi per l'uso comune di infrastrutture e impianti potrebbe costituire un intralcio allo sviluppo rapi-

Conclusioni

do della TV digitale che richiede modelli di business innovativi.

Per rendere più flessibile ed efficace la gestione del sistema televisivo digitale, sarebbe opportuno rivedere la normativa esistente, sulla base del principio di un progressivo avvicinamento della regolamentazione del settore radiotelevisivo a quella degli altri mercati della convergenza, mediante la previsione di una netta separazione della figura del content provider da quella del network provider, che dovrebbe gestire anche il multiplex.
Il network provider, assimilabile a un operatore della rete di accesso, potrebbe avere la forma giuridica di un consorzio, ma anche di una società costituita appositamente. Tale società deve fornire accesso alla rete a tutti i soggetti che ne facciano richiesta, rispettando i criteri di trasparenza, equità e non discriminazione e, in casi particolari, di fornitura a prezzi orientati ai costi. Consorzi e società possono essere costituiti anche da concessionari. I network provider dovrebbero, come nel caso delle reti in cavo, essere autorizzati a gestire una offerta al dettaglio che comprenda una serie di servizi a pagamento e anche il decoder in locazione (come in Spagna). L'assegnazione delle frequenze verrebbe fatta direttamente ai network provider.

In considerazione dei notevoli investimenti necessari, è possibile che siano gli attuali maggiori concessionari di servizi analogici in chiaro e criptati (servizio pubblico e privati) a dover essere incoraggiati ad avviare la tv digitale. Almeno per tutta la fase di transizione potrebbe essere assegnata a tali soggetti la gestione di 2-3 multiplex ciascuno, impegnandoli a mettere a disposizione anche di altri soggetti parte della capacità dei multiplex. Questo non esclude comunque che il processo di digitalizzazione debba avvenire in modo da garantire l'effettivo accesso alla emittenza locale alla nuova tecnologia digitale.
Per quanto riguarda i programmi, il Comitato ritiene che in questa fase sia più opportuna un'offerta nettamente differenziata da quella analogica, soprattutto nell'ottica di sostenere lo sviluppo dell'utenza. L'adozione del simulcast, quindi, che non deve essere obbligatoria, potrebbe essere rinviata alla fine della fase di transizione, che potrà ritenersi ultimata con il raggiungimento del 50-60% della popolazione servita a livello nazionale.
Per convergere verso la situazione a regime che sarà rappresentata dal Piano digitale, sarà necessaria, nel corso della fase di transizione, un'appropriata gestione delle frequenze utilizzate inizialmente e di quelle che mano a mano si renderanno disponibili. Tale gestione, con la quale si dovrà governare il passaggio graduale dall'uso delle frequenze provvisoriamente assegnate a quelle definitive del Piano digitale, garantendo comunque il servizio, sarà facilitata dalla presenza di un numero limitato di network provider e soprattutto dal conferimento a un organismo pubblico di poteri idonei (all'Autorità o al Ministero delle Comunicazioni) a gestire la fase di transizione.
Qui di seguito si indicano alcune ipotesi regolamentari sia per la fase di transizione sia per la situazione a regime.

Fase di transizione

Le ipotesi che seguono si riferiscono solo al caso in cui un titolare di concessione analogica rinunci alla trasmissione analogica del programma.
In questo caso si aprono, per il titolare stesso, diverse possibilità, tra le quali:

- la partecipazione al multiplex: il concessionario cede al network provider a titolo permanente il diritto a utilizzare le frequenze oggetto di concessione in cambio del diritto a trasmettere a titolo gratuito un programma digitale per tutto il tempo di validità della concessione. La restante capacità del multiplex potrà essere utilizzata o dallo stesso concessionario che ha ceduto la frequenza o da altri content provider

attraverso accordi commerciali con il network provider. Inoltre, lo stesso concessionario acquisisce l'opzione di trasmettere contenuti per la restante parte del multiplex a prezzi orientati ai costi. Tale opzione è rivendibile al network provider stesso o ad altri fornitori di contenuti. Nella fase di sperimentazione le emittenti locali possono condividere gli impianti attraverso intese contrattuali;

- partecipazione al consorzio o alla società: il concessionario, pur rimanendo titolare della concessione, cede al network provider, che può essere costituito da più concessionari, il diritto a trasmettere su una data frequenza assumendo, come contropartita, una quota del capitale del consorzio o società. Il concessionario mantiene, comunque, il diritto di fornire contenuti.

Per quanto riguarda la possibilità dei concessionari di costituire società operanti come network provider, sarà opportuno prevedere le opportune forme di separazione contabile/societaria fra network provider e content provider, che tengano conto della particolare natura del fornitore di contentui (emittenti nazionali, locali o pay-tv). Alcune associazioni di emittenti locali ritengono che tali società non possano essere costituite dai concessionari o che comunque nessun concessionario possa avere una quota di partecipazione al capitale sociale superiore al 5%. Inoltre, le stesse società non potranno svolgere attività di content provider. Questa impostazione viene motivata con l'esigenza di prevenire l'insorgere di posizioni dominanti nel settore delle trasmissioni digitali con danno per il comparto locale e per l'intero sistema.

5.2.1. Situazione a regime

La situazione a regime si avrà con la cessazione delle trasmissioni analogiche e delle attuali concessioni. Tale situazione potrebbe verificarsi nel 2010 - con l'adozione dello scenario Asopra esposto – o alla fine del 2006 – con l'adozione dello scenario B.

Nella regolamentazione a regime, tra l'altro, si potrebbero distinguere due diverse categorie di content provider:

- content provider generici che sono soggetti ad autorizzazione generale, grazie alla quale possono fornire contenuti e raccogliere proventi in forma diretta o indiretta. I content provider possono diffondere i contenuti con le opportune modalità, in base al mezzo di trasmissione disponibile: DVB-C (cavo a larga banda), DVB-S (satellite), DVB-T (terrestre), DAB-T, UMTS, IP INTERNET, xDSL, ecc.
- content provider soggetti ad autorizzazione specifica (equivalente all'attuale concessione) che, oltre ad essere content provider di tipo generico, hanno il diritto a fornire contenuti specifici, in particolare la televisione numerica terrestre, su un determinato mezzo trasmissivo. Rispetto a questi soggetti il network provider ha l'obbligo di fornire la capacità necessaria orientata ai costi. Gli autorizzati specifici non superano un numero ristretto e ricevono autorizzazioni specifiche a livello nazionale o locale.

Da tale modello consegue che, a regime, i network provider saranno in possesso di un titolo autorizzatorio comprendente anche l'uso delle frequenze, ma dovranno riservare obbligatoriamente una quota della capacità ai content provider in possesso di autorizzazione specifica. Mediante le concessioni e le autorizzazioni specifiche nazionali o locali si manterrà il necessario equilibrio fra emittenza nazionale e locale. Tale ipotesi prevede, in un'ottica di neutralità tecnologica della disciplina dei mezzi di comunicazione, che la televisione digitale terrestre, seppur nel rispetto delle specifiche peculiarità del mezzo televisivo, venga regolamentata con strumenti simili a tutte le altre infrastrutture tecnologiche. Una sovraregolamentazione della televisione digitale terrestre porrebbe ostacoli allo sviluppo delle offerte innovative di servizi interattivi e limiterebbe l'accesso di nuovi entranti nel settore dei contenuti e delle programmazioni.

Glossario

API (Application Program Interface): interfaccia software per applicazioni multimediali.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

BER (Bit Error Rate): probabilità d'errore sul bit.

Best Server: in una rete MFN, il sito che garantisce il miglior rapporto segnale/disturbo in un determinato "pixel".

CA (Conditional Access): controllo d'accesso.

CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations):

C.e.m. : campo elettromagnetico

COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Diagramma d'antenna potenza ERP irradiata nelle varie direzioni.

DAB (Digital Audio Broadcasting)

DVB GROUP (Digital Video Broadcasting): gruppo di standardizzazione per la radiodiffusione televisiva.

DVB-C: standard per le trasmissioni televisive digitali via cavo.

DVB-S : standard per le trasmissioni televisive digitali via satellite.

DVB-T : standard per le trasmissioni televisive digitali via terra.

DTT (Digital Terrestrial Television)

EBU (European Broadcasting Union)

EPG (Electronic Program Guide): guida elettronica dei programmi.

ERP (Emitted Radiated Power): potenza irradiata emessa

ETSI (European Telecommunication Standards Institute)

FEC (Forward Error Correction)

GPS (Global Positioning system)

HDTV (High Definition Television): TV ad alta definizione.

HTML (Hypertext Mark-up Language)
I
DTV (Integrated Digital TV): televisore digitale integrato.

IRD (Integrated Receiver Decoder): ricevitore-decodificatore integrato.

ITU (International Telecommunication Union)

Livello di qualità: misura della qualità del servizio. Il livello di qualità è classificato "buono" se la probabilità di copertura -location probability- è superiore al 95%, "accettabile" se la probabilità di copertura è superiore al 70%.

JPEG (Joint Picture Expert Group)

MATV (Master Antenna TV): sistema di ricezione centralizzato per la ricezione televisiva.

MHP (Multimedia Home Platform) : piattaforma multimediale domestica.

MHEG-5 (Multimedia and Hypermedia Experts Group)

MIP (Mega Frame initialization packet)

MPEG-2 (Motion Picture Expert Group): gruppo internazionale di standardizzazione per la compressione digitale del segnale video.

NVOD (Near Video On Demand)

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Pixel: area elementare per la quale è disponibile un valore previsto del c.e.m. e sulla quale viene valutato il livello di servizio.

PNAF: Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze per la radiodiffusione terrestre della televisione analogica.

PPS (Pulse Per Second)

PPV (Pay Per View): servizi per i quali l'utente è temporaneamente abilitato previo pagamento alla ricezione di un segnale video.

PR (Protection Ratio)

PSI (Program Specific Information)

QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

QEF (Quasi-Error-Free)

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)

Rete MFN (Multi Frequency Network): rete a copertura nazionale multifrequenza che non prevede la composizione costruttiva degli echi iso-frequenza che giungono al ricevitore all'interno della finestra di guardia.

Rete pianificata a livello nazionale: insieme di impianti trasmissivi con relative frequenze, potenze e diagrammi d'antenna e con la proprietà che la percentuale di territorio nazionale servita ad un livello di qualità "buona" superi un valore determinato (ad es. 80%).

Rete decomponibile a livello regionale: rete pianificata a livello nazionale che garantisca la trasmissione di programmi diversi in regioni diverse (servizio regionale) con un livello di qualità "buono" esteso oltre una soglia giudicata soddisfacente (ad. es. 80%).

Rete decomponibile a livello di area locale: rete pianificata a livello nazionale che garantisca la trasmissione di programmi diversi in ogni area di servizio (servizio di area locale) con un livello di qualità "buono" esteso oltre una soglia giudicata soddisfacente (ad. es. 80%).

Rete locale: rete regionale, pluri-provinciale, provinciale, sub-provinciale.

Rete nazionale: rete pianificata a livello Nazionale che garantisca la trasmissione degli stessi programmi su tutto il territorio nazionale (Servizio nazionale) con un livello di qualità

Glossario

“buono” esteso oltre una soglia giudicata soddisfacente (ad. es. 80%).

Rete provinciale: insieme di tutti i trasmettitori pianificati in una rete decomponibile a livello di area locale le cui aree di servizio appartengano al territorio di una provincia.

Rete pluri-provinciale: insieme di tutti i trasmettitori pianificati in una rete decomponibile a livello di area locale le cui aree di servizio appartengano al territorio di un gruppo di provincie.

Rete regionale: insieme di tutti i trasmettitori pianificati in una rete decomponibile a livello regionale o di area locale le cui aree di servizio appartengano al territorio di una regione.

Rete sub-provinciale: insieme di alcuni trasmettitori pianificati in una rete decomponibile a livello di area locale le cui aree di servizio appartengano al territorio di una provincia. Una rete sub-provinciale può essere anche composta da un singolo trasmettitore.

Rete SFN (Single Frequency Network): rete pianificata a livello nazionale che impiega una sola frequenza in tutti i siti di diffusione e che, grazie alle proprietà della tecnologia COFDM, è in grado di comporre positivamente gli echi iso-frequenza che giungano al ricevitore con un ritardo limitato (ovvero, cadano all’interno della finestra di guardia).Rete k-SFN (detta anche rete MFN con estensioni realizzate attraverso SFN locali): rete pianificata a livello nazionale e costituita da k>1 “sottoreti” isofrequenziali (SFN locali), ciascuna delle quali utilizza la composizione degli echi iso-frequenza che cadono all’interno della finestra di guardia. La copertura totale di una rete k-SFN nella specifica area geografica è data dalla somma delle coperture delle k “sottoreti”.

SI (Service Information): tabelle di informazioni utilizzate dal navigatore.

Sito: insieme delle informazioni che caratterizzano la generica postazione della rete. Tra le informazioni associate al sito abbiamo la localizzazione (coordinate, altezza s.l.m), l’altezza del traliccio, il diagramma d’antenna.

Siti candidati: insieme di localizzazioni potenziali tra i quali, grazie ad un opportuno algoritmo di ottimizzazione, scegliere il sottoinsieme che garantisce il massimo servizio e il minimo costo in termini di numero di impianti e potenze utilizzate.

Sito equivalente: sito esistente “corrispondente” ad un sito del PNAF. Il range di tolleranza indicato dall’Autorità nel PNAF per stabilire la corrispondenza è costituito da una fascia di 50” di distanza e da una differenza di 50 m in quota.

Scenario: complesso delle informazioni relative ad un insieme di siti candidati.

Servizio nazionale: tipologia di servizio di una rete pianificata a livello nazionale per la quale ogni sito irradia lo stesso programma e, quindi, può essere considerato utile in ogni pixel del territorio nazionale.

Servizio regionale: tipologia di servizio di una rete pianificata a livello nazionale per la quale siti associati a regioni diverse irradiano programmi diversi. Nel servizio regionale i segnali iso-frequenza che provengono da regioni diverse da quella in esame, anche quando cadono all’interno della finestra di guardia, sono considerati interferenti.

Servizio di area locale: tipologia di servizio di una rete pianificata a livello nazionale per la quale siti diversi (indipendentemente dalla regione o provincia di appartenenza) irradiano programmi diversi. Nel servizio di area locale due segnali iso-frequenza, anche quando cadono entrambi all’interno della finestra di guardia, sono considerati interferenti.

SFN Sync: sistema di sincronizzazione dei trasmettitori delle reti SFN

SMATV (Satellite Master Antenna TV): sistema centralizzato per la ricezione televisiva.

Appendice I

Lo sviluppo della DTT in Europa e nel mondo

1. Isole britanniche

GRAN BRETAGNA

La Gran Bretagna è stato il primo paese europeo ad avviare il servizio televisivo digitale terrestre. Il lancio è avvenuto il 15 novembre 1998, nel ventinovesimo anniversario delle prime trasmissioni televisive a colori. Fino ad allora il 70% delle abitazioni usufruiva dei servizi televisivi attraverso la distribuzione analogica terrestre, un contesto ideale per lo sviluppo del DTT.

Il modello adottato possiede una forte integrazione verticale ed è, in sintesi, la replica di quello analogico. Gli obiettivi che esso doveva perseguire erano il rapido "*deployment*", la massima copertura nel più breve tempo possibile, líinserzione di contributi regionali/locali (come nellíequivalente analogico) e la disponibilit‡, per líutente, di informazioni dettagliate sui programmi di tutti i *multiplexer*.

L'architettura iniziale era costituita da 30 *playout* connessi a 24 siti trasmittenti. Oggi il sistema offre 6 multiplex in modalità 2K su una rete MFN. Su tre *multiplex* sono trasmessi programmi *free-to-air*, mentre sui rimanenti tre sono forniti i servizi della televisione a pagamento ONDigital, *joint-venture* fra i gruppi media privati Carlton e Granada. L'adozione di una rete MFN ha consentito l'utilizzo di canali *taboo* senza dover procedere a una nuova assegnazione delle frequenze, originando una trasmissione di tipo *simulcast*. La grande disponibilità e affidabilità dei *chipset* 2K per i ricevitori ha favorito l'avvio del servizio in questa modalità. All'inizio del 2000, ONDigital copriva più del 90% del territorio nazionale e superava il mezzo milione di abbonati, grazie anche all'offerta gratuita del *set-top box*. Il *bouquet* iniziale di circa 20 canali si è nel frattempo arricchito includendo anche servizi in *pay-per-view* e servizi interattivi.

L'esigenza di contenuti dedicati a diverse realtà culturali ha richiesto lo sviluppo di una struttura di rete nazionale con numerose inserzioni di programmi, pubblicità e servizi interattivi a carattere regionale e locale. Al fine di ottemperare a una richiesta dell'ITC (*Independent Television Commission*), secondo la quale ogni utente deve essere in grado di ricevere le *System Information* (SI) relative a tutti i servizi presenti sulla rete, è stata ideata la peculiare gestione delle SI nellíambito dellíarchitettura di questo Paese illustrata nella figura 2.1. In pratica, líutente finale deve avere visibilità di tutti i descrittori di *network, bouquet* e servizi interattivi presenti in ogni *transport-stream* della rete DTT. Le SI generate da ogni *multiplex* confluiscono cosÏ, tramite linee dedicate ad 8 Mbps "*leased lines*", al centro operativo di raccolta situato nella città di Londra. In questo luogo, 11 *re-multiplex* generano flussi a 500Kbps che contengono le SI destinate ai *multiplex* a carattere regionale e locale dislocati sul territorio. Ogni flusso viene inviato al centro regionale di competenza per l'inserzione delle corrette SI nel Transport Stream (*SI - PSI, Service Insertion Point of System Information*).

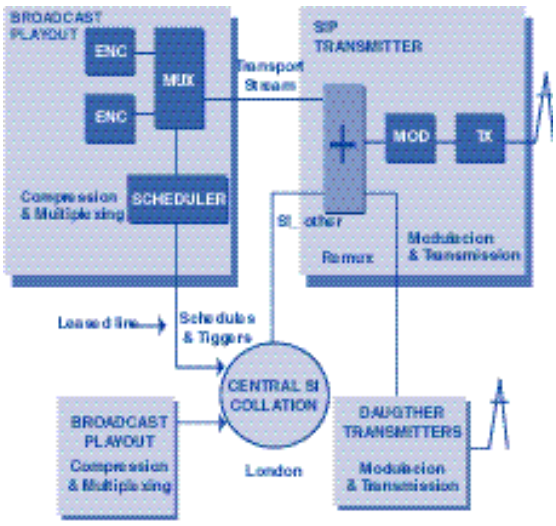
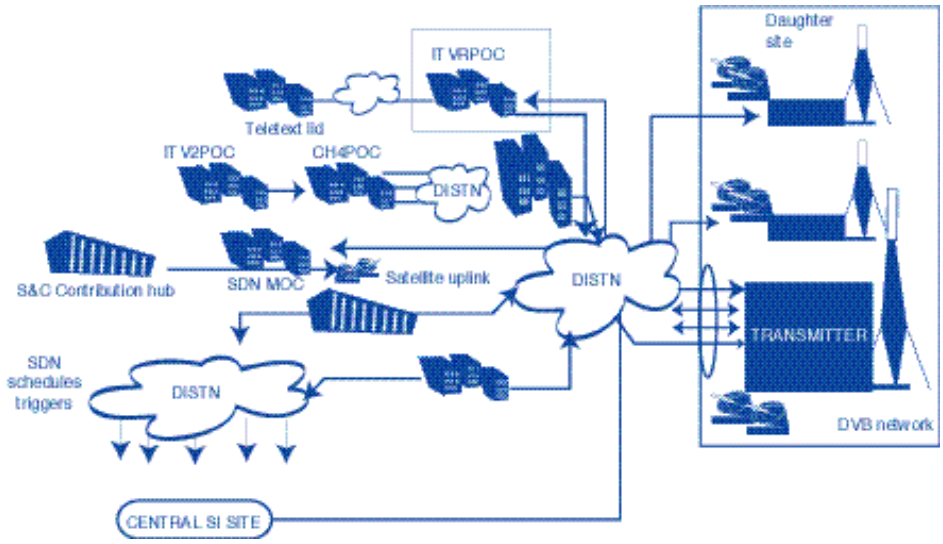


Figura 2.1 - UK - Sistema di Gestione delle Si



In conclusione, in figura 2.3, si riporta líarchitettura generale adottata nel Regno Unito.

1.Isole britanniche

IRLANDA

In Irlanda, dove il governo ha dimostrato forte interesse per lo sviluppo della DTT sin dal 1996, la pianificazione del digitale terrestre è in fase avanzata. Secondo il Broadcasting Bill del maggio 1999, la DTT sarà in grado di offrire le migliori soluzioni di trasmissione televisiva ad alta qualità alla popolazione tipicamente rurale su un territorio a bassa densità abitativa (e quindi non facilmente raggiungibile dal cavo nÈ facilmente incline a sostenere i costi della TV via satellite).
Il piano di lancio della DTT prevede líattivazione nella seconda metà del 2000 di sei multiplex in modalità 8K su una rete MFN a copertura nazionale, con uníofferta di 30-50 canali. Nel 1996 RTE, nellíambito del ìEU Validate Projectî mise in opera la prima rete SFN totalmente digitale, ma i risultati della sperimentazione furono tali che si preferÏ optare per una tipologia di rete MFN, pi˘ flessibile e capace, con canale di ritorno via etere. La copertura iniziale del territorio sarà del 75%, ma è previsto che salga in tempi brevissimi al 98%. Si prevede inoltre un periodo di simulcasting breve, dai cinque ai sette anni.

Sui primi due multiplex saranno ospitati canali gratuiti e servizi interattivi (Internet è considerato uno strumento informativo ed educativo essenziale per la popolazione delle aree rurali nonchÈ un sostegno dell'industria nazionale), mentre sugli altri quattro multiplex troveranno posto canali a pagamento a programmazione nazionale e internazionale. I costi per la digitalizzazione degli apparati di trasmissione, per la produzione e il marketing dei programmi e per la gestione degli utenti verranno sostenuti dal consorzio Digico, che ha come azionisti la televisione pubblica irlandese RTE (al 40%), ed alcune altre aziende pubbliche e private. Digico approntera anche la EPG e il CAS. RTE sta progettando un canale all-news con differenziazioni regionali e un canale dedicato alla trasmissione dei dibattiti parlamentari e di importanti manifestazioni sportive e culturali irlandesi. Trattative sono aperte con la BBC e BSkyB per líofferta dei loro canali.

2. Paesi scandinavi

I vari operatori televisivi hanno costituito un organismo, NORDIG, allo scopo di cooperare alla realizzazione dei ricevitori per i nuovi servizi digitali.

SVEZIA

La Svezia, con una popolazione limitata ma sparsa su una superficie vasta e in gran parte montagnosa, si è orientata da tempo verso il digitale terrestre. Il rapido lancio della DTT è stato fortemente sostenuto dal governo, interessato, da un lato, a liberare risorse radioelettriche a favore del florido mercato della telefonia cellulare e, dallíaltro, a sostenere la televisione di stato (STV) e i suoi programmi educativi anche su base regionale, prima che la competizione dei programmi digitali satellitari di Canal Digital e ViaSat diventi troppo forte.

Data la scarsità di risorse radioelettriche, nella fase di lancio sono disponibili solo tre multiplex con una rete SFN in modalità 8K. Ciascun multiplex porta quattro canali e la copertura iniziale è prevista su cinque grandi aree metropolitane che raccolgono il 50% circa della popolazione svedese (vedi tabelle seguenti). Entro il 2004 saranno operativi anche gli altri tre multiplex pianificati, per una copertura del 98% della popolazione.

	ricezione fissa	ricezione in door	
	copertura della popolazione	copertura della popolazione	%
GOTEBORG	920.000	630.000	68.5
SUNDSVALL&OSTERSUND	195.000	135.000	69.2
STOCCOLMA	2.315.000	1.340.000	57.9
SKANE	955.000	445.000	46.6
NORRKOPING&LINKOPING	475.000	200.000	42.1
POPOLAZIONE TOTALE	4.750.000	3,250.000	68.4

Tabella 2.2 - Copertura della popolazione

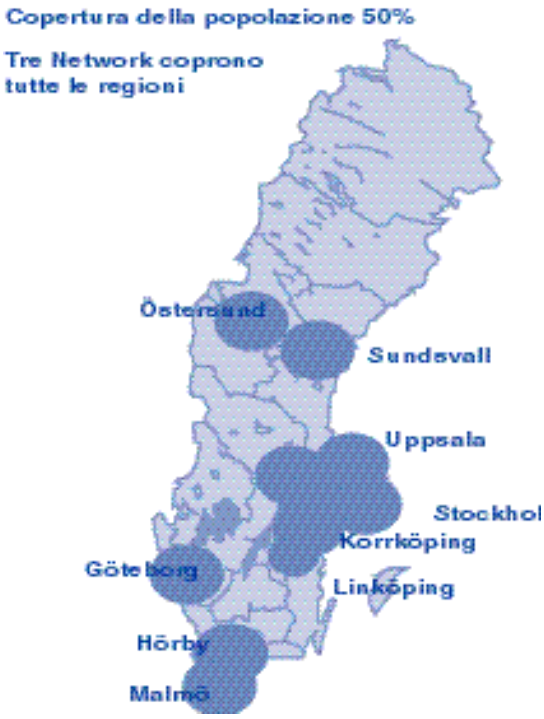


Figura 2.8 - Prima fase roll out in Svezia

Nel giugno 1998, il governo ha concesso le licenze, valide per quattro anni, al broadcaster pubblico svedese (STV, al quale è riservato il primo multiplex), a sette televisioni private nazionali ed estere, a cinque televisioni regionali e a un operatore di servizi interattivi. Nellíottobre 1998 vi è stato il lancio tecnico del DTT nelle cinque aree prescelte, mentre il lancio commerciale è partito, in ritardo sulla tabella di marcia, solo nellíaprile 1999. La compagnia che ha coordinato il lancio della DTT, sviluppato líEPG e scelto líAPI (la scelta è caduta su OpenTV), è Senda, un consorzio fra STV e líoperatore del network Teracom. Al momento il successo dei nuovi programmi digitali terrestri è ancora inferiore alle aspettative. Alcuni dei canali in possesso di licenza non hanno ancora cominciato le trasmissioni ed anche Nokia, il

2.Paesi scandinavi

provider officiale dei set-top box, ha lanciato in ritardo, sul mercato, isuoi decoder.Al momento non sono state prese decisioni definitive riguardo alla data di spegnimento dellíanalogico, ma tutto fa ritenere che ciÚ avverrà nel 2010.

FINLANDIA

La fase di pianificazione della DTT in Finlandia è stata completata nell'autunno 1998, dopo una serie di test tecnici preliminari condotti dalle tre televisioni nazionali svedesi durante líanno nellíarea di Helsinki. Il lancio commerciale è previsto per líautunno del 2000, in coincidenza con líinaugurazione delle Olimpiadi di Sydney e con líimmissione sul mercato dei set-top box di seconda generazione, maggiormente interattivi.

Tutti e tre i multiplex pianificati partiranno simultaneamente, con una copertura iniziale limitata a circa il 50% della popolazione ma destinata a salire al 70% nel 2001 e al 100% nel 2006. Il piano per il digitale terrestre non prevede per ora una data di spegnimento dell'analogico.
Nel settembre 1999 si è concluso il processo di assegnazione delle licenze, valide per dieci anni. Il primo multiplex è stato riservato al broadcaster publico YLE, mentre sugli altri due multiplex troveranno posto otto televisioni commerciali, sia nazionali sia estere.
Visto che solo due dei tre multiplex saranno in grado di coprire líintero territorio, è probabile che si svilupperanno accordi fra le televisioni per una condivisione dei canali nazionali.

NORVEGIA

Nel giugno 1999 il governo norvegese si è impegnato ad introdurre in tempi celeri i servizi digitali terrestri nel Paese. Sono stati previsti tre multiplex in modalità 8K su reti prevalentemente MFN a copertura nazionale, la cui pianificazione è stata coordinata con Svezia e Danimarca.
Il broadcaster pubblico Norkring ha ottenuto la licenza per iniziare trasmissioni digitali terrestri. Le trasmissioni, ancora sperimentali, sono effettuate con due multiplex nelle aree di Oslo e Bergen, che coprono pi˘ di un milione di cittadini. Il lancio commerciale dovrebbe avvenire nel corso del 2000. Il terzo multiplex potrebbe diventare operativo nel 2001, mentre altri multiplex potranno entrare in funzione dopo che lo spegnimento dellíanalogico sarà cominciato (anche se una data finale non è stata ancora fissata).

DANIMARCA

Nel giugno 1998 il governo danese ha istituito una speciale commissione per analizzare i costi e i benefici connessi allíintroduzione del digitale terrestre. Si sta progettando una rete SFN ad ampia copertura territoriale in modalità 8K con quattro multiplex (di cui solo tre potranno essere inizialmente disponibili). Test pilota sono stati condotti a partire dal novembre 1999, per una copertura del 30%, da parte dellíoperatore pubblico Danish Broadcasting in collaborazione con altri attori del panorama televisivo danese. Non ci sono ancora stati pronunciamenti ufficiali riguardo alla data di inizio delle trasmissioni nazionali.

3. Europa centrale Franco-tedesca

GERMANIA

In Germania il digitale terrestre deve fare i conti con una altissima penetrazione della televisione via cavo (nella parte occidentale del Paese, solo il 12% delle abitazioni è raggiunto dalla distribuzione analogica terrestre, mentre il rimanente è raggiunto dal cavo) e da uníampia diffusione (pari al 40% delle abitazioni) dei programmi analogici via satellite.

Data la sovrabbondanza di offerta televisiva, líinteresse del governo federale per il digitale terrestre è recente e si è venuto concentrando su due caratteristiche precipue dei servizi DTT, non riscontrabili negli altri servizi digitali: la ricezione ìportable indoorî e la ricezione mobile a velocità elevata. Per questi motivi, i piani tedeschi per líintroduzione della DTT prevedono che tutti i trasmettitori siano in grado di operare in modalità 2K, principalmente su rete MFN con piccole aree a copertura SFN. La figura seguente illustra i parametri scelti nella prima fase di test.

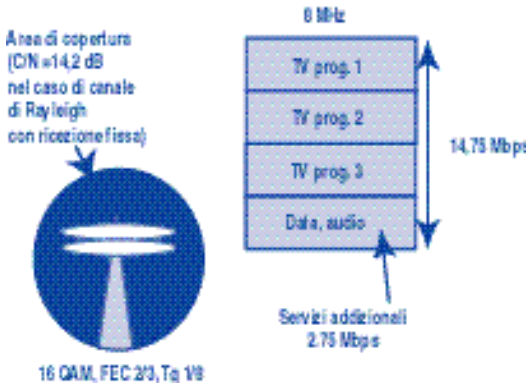


Figura 2.9 - Germania - Parametri di Test

Le sperimentazioni si sono svolte nellíarea di Berlino e nel nord del Paese, dove sono stati costruiti nel marzo 1999 ben 40 siti che trasmettono nove canali televisivi digitali e cinque programmi radio digitali. I test coinvolgono anche le case automobilistiche Volkswagen e Daimler-Benz. Il servizio di ricezione mobile sarà operativo per líesposizione mondiale EXPO 2000 che si terrà a giugno ad Hannover.

In base allíattuale bozza di piano per la DTT, sulla quale i 16 L‰nder tedeschi stanno raggiungendo un accordo, i servizi digitali terrestri dovrebbero essere distribuiti nel corso del 2000 nelle aree metropolitane pi˘ popolose e nel 2001 nelle aree metropolitane di medie dimensioni. A partire dal 2000 non verranno pi˘ assegnate concessioni analogiche. Per il 2003 le principali televisioni nazionali dovrebbero essere in grado di trasmettere in simulcast su tutto il territorio; fra il 2004 e il 2010 si completerà la digitalizzazione di tutti i network tedeschi e cesseranno le trasmissioni analogiche. Nelle aree urbane potranno costituirsi numerose televisioni private a forte localizzazione di contenuti e di servizi interattivi. In questo modo, grazie anche allíelevata mobilità offerta da questo tipo di servizio, la DTT riuscirà probabilmente a sottrarre telespettatori al satellite e al cavo. Lo spegnimento dell'analogico è fissato, indicativamente, per il 2010: la data è da rivedere perÚ alla fine del 2003.

AUSTRIA

La diffusione delle trasmissioni via satellite dei broadcaster tedeschi in Austria, insieme alla difficile conformazione geografica del paese e alla scarsa vivacità del panorama televisivo locale (caratterizzato dallíassenza di televisioni private terrestri), disincentiva il rapido passaggio al digitale. Líunica emittente a mostrare interesse per il digitale terrestre è il broadcaster pubblico ORF, mentre il governo non ancora elaborato alcuna strategia di pianificazione delle frequenze o di sperimentazione.

3. Europa centrale Franco-tedesca

SVIZZERA

Anche la Svizzera è caratterizzata da una conformazione geografica difficile, da una forte penetrazione del cavo e del satellite (che occupano pi˘ dellí85% del mercato) e da profonde differenziazioni linguistiche e culturali interne. Nonostante ciÚ, nellíarea di Bienne, si sta procedendo ad alcune sperimentazioni di DDT. Nel corso dei prossimi due anni, il broadcaster pubblico SSR sperimenterà in particolare le possibilità di ricezione mobile e portatile. Anche in Svizzera non sono stati elaborati piani governativi per líintroduzione della DTT.

BELGIO

Anche in Belgio líelevatissima penetrazione della televisione via cavo (98% della popolazione raggiunta) costituisce un ostacolo al decollo commerciale della DTT. Tuttavia le possibilità di ricezione portatile e mobile suscitano considerevole interesse nel Paese.

La realtà nazionale è caratterizzata da tre differenti comunità linguistiche: francese, fiamminga e tedesca. L'autorità indipendente delle telecomunicazioni belga, líIBPT (Institut belge des services postaux e de tèlècommunications), sta coordinando i piani di assegnazione delle frequenze per le tre diverse realtà culturali. Al momento si prevede di adottare 4 reti SFN e almeno 3 reti MFN per la comunità di lingua francese, altrettante per la comunità di lingua fiamminga, mentre la comunità di lingua tedesca ha intenzione di accordarsi con quella francese. La scelta della modalità si orienterà verso l'8K con l'utilizzo del più alto valore dellíintervallo di guardia.

Nel corso del 2000, il broadcaster pubblico RTBK ed altre due televisioni parteciperanno al test di due multiplex che coprono líarea di Bruxelles. Data la conformazione pianeggiante del Paese, si ritiene che, a regime, basteranno pochi trasmettitori per assicurare la copertura dellíintero Belgio.

OLANDA

Elevatissima penetrazione delle reti via cavo e scarsità di frequenze radioelettriche sono le caratteristiche del sistema televisivo anche in Olanda: solo il 5% della popolazione si affida alla distribuzione terrestre. Tuttavia, un lancio in tempi brevi del digitale terrestre, oltre a non trovare ostacoli nella geografia del paese, è stato di recente sollecitato dal governo, interessato a liberare frequenze e ad incoraggiare la concorrenza al cavo con la creazione di un sistema di trasmissione alternativo pi˘ flessibile.

Nella primavera del 2000 si terrà la gara per líassegnazione delle licenze per i multiplex pianificati (di cui uno verrà certamente assegnato al broadcaster pubblico, NOS). Alla fine dellíanno cominceranno le trasmissioni sui primi tre multiplex. Questi copriranno le aree urbane ad ovest del paese, comprensive di Amsterdam, Rotterdam e líAia, dove già sono state condotte prove tecniche da parte del consorzio Digitienne formato da NOS, dal network operator Nozema (che ha realizzato una rete SFN con due trasmettitori, adottando la modalità 8K), da televisioni private e da società che forniscono servizi interattivi per la televisione.

FRANCIA

Scarsità di frequenze si registra anche in Francia, dove la DTT affronta la concorrenza del digitale via satellite e

via cavo, attivi rispettivamente dal 1996 e dal 1997, con uníampia scelta di canali. Il governo francese dovrebbe varare nella primavera 2000 il nuovo quadro legislativo per le trasmissioni digitali, che includerà anche il piano definitivo per il passaggio al digitale terrestre. Un primo studio di fattibilità sul digitale terrestre è stato comunque condotto nel 1998 dallíAgence Nationale des Frèquences. Il piano prospettava la possibilità di quattro multiplex nazionali a copertura dellí80% delle abitazioni (i problemi principali riguardano le aree montuose) e altri due multiplex di copertura stimabile intorno al 50-60% delle abitazioni, per un totale di 20-30 canali.
Fino a oggi líiniziativa è rimasta nelle mani del Conseil Superieur de l'Audiovisuel che nel settembre 1998 ha autorizzato *Télédif - fusion de France*, la sussidiaria di France TÈIÈcom che possiede la rete delle infrastrutture terrestri di trasmissione, ad avviare la sperimentazione in Bretagna al fine di valutare la capacità di copertura dei trasmettitori, la compatibilità con le antenne esistenti e la qualità della ricezione da parte dei televisori portatili. La sperimentazione, con tre multiplex, ha coperto circa un milione e mezzo di abitanti ed è durata sei mesi. Si attende ora il piano definitivo del governo, ma nellíipotesi più ottimistica il digitale terrestre non potrà partire che a fine 2000. Nessuna procedura per l'assegnazione delle licenze è stata ancora definita.

4.Penisola Iberica

SPAGNA

Lo sviluppo del digitale terrestre è stato agevolato in Spagna dal limitato utilizzo della distribuzione via cavo e via satellite da parte degli operatori televisivi e, soprattutto, da una considerevole disponibilità spettrale.
La sperimentazione è stata condotta a partire dal dicembre 1997 e nell'ottobre 1998 il governo ha approvato il *Plan Tecnico de la Television Digital Terrestre* che ha disegnato un mercato da 11 *multiplex*, 100 canali e nuovi operatori su scala nazionale.

La modalità DVB-T utilizzata è quella 8K in prevalenza di tipo SFN, ma si prevede il servizio MFN in ambito regionale e locale, con la seguente assegnazione:

- 4 *multiplex* nazionali in modalità SFN nazionale sui canali 66-67-68-69 per un totale di 14 programmi;
- 1 *multiplex* nazionale in modalità SFN regionale su un possibile canale nella gamma che va dal 57 al 65, con 4 programmi nazionali e uno a carattere regionale;
- 1 *multiplex* regionale in modalità SFN regionale su un possibile canale nella gamma che va dal 57 al 65, con 4 programmi nazionali;
- 3 *multiplex* regionali in modalità MFN su tre possibili canali nella gamma che va dal 21 al 65, per un totale di 15 programmi;
- 2 *multiplex* locali in modalità MFN su due canali, se disponibili, con 5 programmi ciascuno.

Nel giugno 1999 il governo ha assegnato la licenza per i servizi di DTT ad Onda Digital, unico partecipante alla gara di assegnazione bandita dal governo.
Onda Digital è un consorzio guidato dalla compagnia di telecomunicazioni Retevision, proprietaria della rete analogica che copre líintera Spagna. Il consorzio include anche il gruppo televisivo inglese Carlton, che ha accumulato esperienza in patria all'interno della *joint-venture* OnDigital.
Onda Digital ha optato per il *set-top box* Sagem, per Open TV come API e per Nagravision come CAS. Il primo lancio tecnico di programmi da parte di Onda Digital è stato effettuato nel novembre 1999 nelle aree di Madrid e Barcellona.
A fine febbraio 2000 sono cominciate, in via sperimentale, su tutto il territorio nazionale, le trasmissioni di 8 dei 14 programmi che Onda Digital trasmetterà a regime.
La visione dei programmi, gratuita per un paio di mesi, viene commercializzata da maggio.
A fine 2001, Onda Digital dovrebbe essere in grado di coprire l'80% del territorio.
A lungo termine la copertura dovrà essere del 95%, con la definitiva migrazione verso il digitale nel 2012.
Attualmente l'architettura prevede il solo servizio universale nazionale, ovvero quattro *multiplex* sui canali 66-67-68-69 in modalità SFN.

Il modello pianificato ha molte analogie con l'architettura delle reti TV via cavo. In effetti, nel caso del servizio nazionale, esiste un unico centro in cui tutti i contenuti vengono raccolti e inseriti nei *multiplex*.
Da tale centro ha origine una rete di distribuzione che raggiunge l'utente finale.

Conseguentemente, esiste un unico playout con 4 *multiplex* in cui vengono inserite le relative informazioni gestionali (i.e. System Information, EPG, CA per servizi *pay*, gestione abbonati, etc.).
L'ottimizzazione della qualità del segnale audio e video emesso viene effettuata mediante l'utilizzo della multiplazione statistica, mentre la qualità del servizio è ottenuta tramite ridondanze di tipo hardware mostrate in figura 2.4.

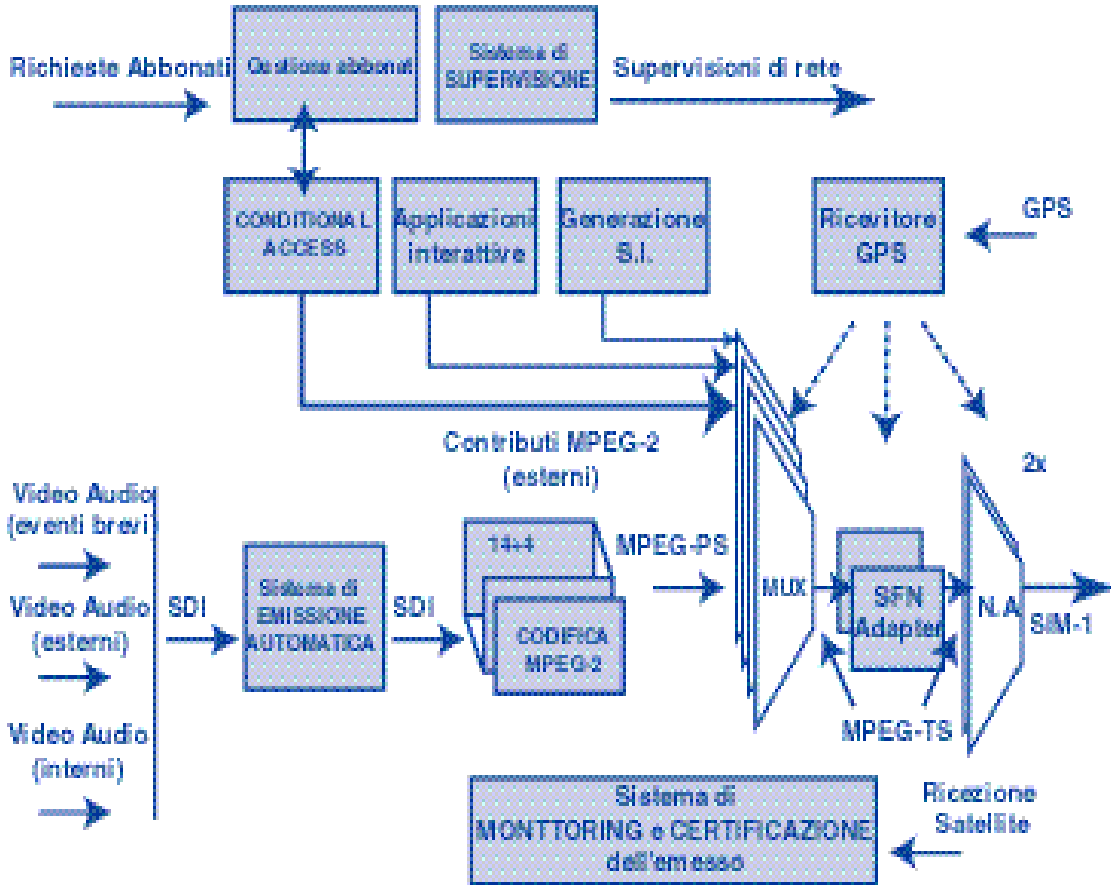


Figura 4.1 - Spagna - Playout nazionale

I contenuti, sia per i servizi nazionali sia per quelli regionali, sono gli stessi degli esistenti programmi analogici. Ciò avviene per la disponibilità di canali UHF liberi, soprattutto nella parte alta dello spettro. L'architettura è orientata alla massima semplicità nei riguardi dello sviluppo e della gestione. Ne deriva una netta separazione fra rete nazionale e regionale, líassenza di inserzione locale nel servizio nazionale, una distribuzione via satellite dei *multiplex* nazionali, il venir meno della necessità di pianificare servizi mobili e la mancanza di condivisione (cross-carriage), fra i vari *multiplex*, di System Information o di altre informazioni relative ai programmi.

Il trasporto e la distribuzione del segnale uscente dal playout nazionale ai trasmettitori avviene utilizzando il satellite in modalità DVB-S. PoichÈ líup-link non risiede fisicamente nella stessa locazione del playout, si è creata una connessione dedicata (fibra ottica e radio-link) per connettere playout e up-link. La figura 2.5 illustra lo schema a blocchi sia della rete di trasporto sia dellíup-link satellitare. La qualità del servizio è ottenuta tramite la ridondanza del collegamento playout-up-link e dellíhardware dell'up-link stesso.Il servizio

4.Penisola Iberica

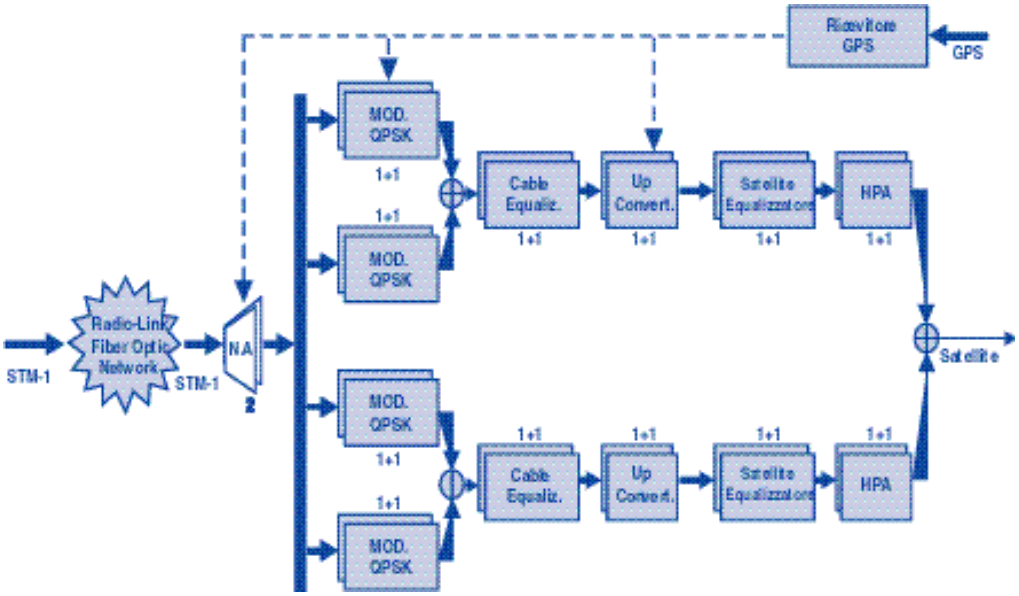


Figura 4.2 - Spagna - Sistema di Trasporto e Uplink Satellitare

Attualmente pianificato non contempla líinserzione di tipo regionale o locale per la peculiarità della modalità SFN adottata, per cui líarchitettura per i trasmettitori principali risulta quella mostrata in figura 2.6.

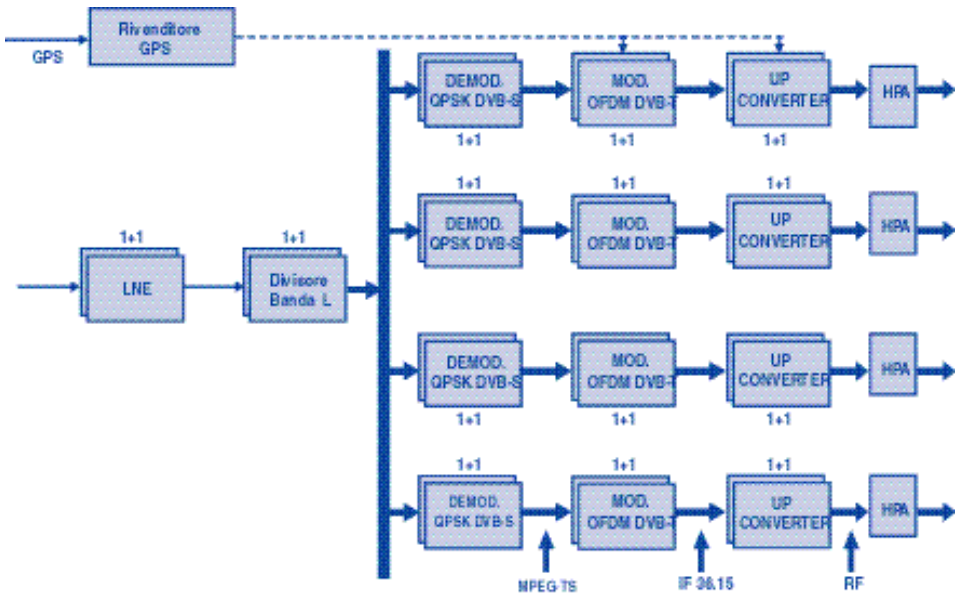


Figura 4.3 - Spagna - Architettura di Rete

Per quanto riguarda i trasmettitori secondari è stato pianificato un largo uso di ripetitori isocanale. In figura 2.7 si riporta come Retevision intende implementare líarchitettura nazionale della rete DTT.

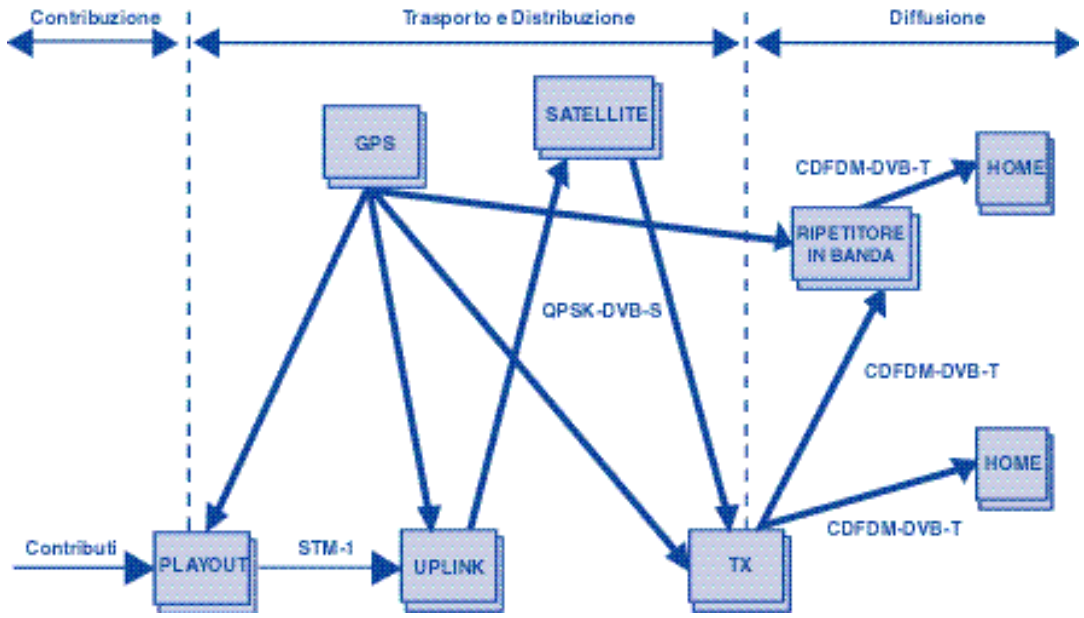


Figura 4.4 - Spagna - Architettura di rete

PORTOGALLO

A differenza della vicina Spagna, il Portogallo è ancora abbastanza lontano dalla fase del lancio commerciale della DTT. Una prima rete SFN sperimentale è stata comunque attivata già nel 1998 dall'operatore Portugal Telecom nell'area di Lisbona e una proposta di pianificazione è stata avanzata nell'ottobre 1998 dai due organismi di garanzia portoghesi, l'Istituto di Comunicazione e l'Istituto di Comunicazione Sociale. Tale piano, che dovrebbe essere definitivamente approvato nel corso del 2000, prevede l'attivazione di tre *multiplex* nazionali (due attivabili già nel 2000, il terzo nel 2002) ciascuno costituito da quattro canali, di un quarto *multiplex* a programmazione regionale (attivabile nel 2001) e di un quinto multIiplex a programmazione locale, attivabile fra il 2006 e il 2010, a seguito della progressiva liberazione dello spettro. Al broadcaster pubblico RTP sono stati assegnati due slot sul primo *multiplex*, mentre un altro slot è stato assegnato alla televisione commerciale SIC. Il piano non prevede una data di spegnimento dell'analogico.

I costi di digitalizzazione degli apparati di trasmissione sembrano preoccupare i network nazionali che si contendono il piccolo mercato televisivo ed il loro atteggiamento è improntato alla massima cautela.

5. Europa Orientale

CROAZIA

In questo paese si prevede l'inizio di trasmissioni di test per l'anno 2000. Lo scopo che ci si prefigge è quello di confrontare le diversi modalità operative e in particolare il possibile utilizzo di reti k-SFN come gap-fillers. Al momento non vi sono canali disponibili per una copertura nazionale del segnale digitale. Il governo non ha ancora assunto una posizione riguardo all'introduzione del nuovo scenario digitale terrestre.

REPUBBLICA CECA

Nel 1999 sono state assegnate le licenze per due progetti pilota entrambi nella regione di Praga. Constano entrambi di una rete SFN costituita in un caso da tre trasmettitori e nell'altro da due. A livello governativo esiste un preciso impegno volto alla regolamentazione.

LITUANIA

La pianificazione per l'introduzione dei servizi DVB-T è stata avviata. Si sono realizzate reti k-SFN e MFN entrambe in modalità 8K e il sevizio riguarda, al momento, la sola ricezione fissa. Le trasmissioni effettive sono previste per la fine del 2000 nelle maggiori città; Vilnius e Kaunas.

POLONIA

Nel 1997 è stata creata una piattaforma per l'introduzione del digitale terrestre. Si adotterà una tipologia di rete MFN, anche se il governo non ha adottato alcuna decisione ufficiale in merito.

ROMANIA

Il piano per l'introduzione del DVB-T è previsto per l'anno 2000, insieme alle prime trasmissioni di test.

SLOVACCHIA

Il nuovo piano di assegnazione delle frequenze studiato dal VUS sarà pronto per il novembre 1999. Il 1∞ ottobre la Slovak Telecom ha iniziato le trasmissioni di test a Bratislava. L'esperimento è frutto della collaborazione di vari enti governativi, broadcaster e costruttori.

SLOVENIA

Per il 1999 sono state previste trasmissioni di test nell'area di Ljubijana con trasmettitori di media potenza sul canale 37. Da parte del Governo non è stata presa alcuna decisione sull'introduzione dei servizi DVB-T.

6. Resto del Mondo

TURCHIA

Sono in corso studi per l'introduzione del digitale terrestre.Il canale utilizzato è il 64 (UHF).

AUSTRALIA

Il primo test sul digitale terrestre è stato condotto nei dintorni di Sydney fra ottobre e novembre 1997 nell'ambito del progetto FACTS. In tale occasione, sono stati messi a confronto il sistema europeo DVB-T 2K COFDM e il sistema l'americano ATSC 8VSB. Le prove sono state effettuate in VHF (banda III).

Il confronto si è rivelato esaustivo e non ha lasciato margini di dubbio sulla superiorità, in termini di prestazioni, dello standard europeo. Nel giugno 1998 l'organizzazione Australian Digital Terrestrial Broadcasting Selection Panel ha deliberato all'unanimità l'adozione dello standard DVB-T per le trasmissioni televisive digitali terrestri in Australia. Nel Luglio 1998 ha avuto inizio il processo di conversione dall'analogico al digitale. L'autorità australiana, ABA (Australian Broadcasting Authority) ha individuato i canali disponibili per le trasmissioni digitali terrestri di banda 7 MHz (la stessa dei canali analogici). La modulazione da impiegare per la pianificazione sarà quella utilizzata per le trasmissioni di test nell'area di Sydney, anche se la modalità 8K potrà essere impiegata nelle eventuali reti k-SFN da realizzare.

Notevole è l'interesse nei confronti delle reti SFN, che consentono un pi˘ efficiente utilizzo dello spettro; a tale proposito l'Autorità ha istituito un gruppo di studio ad hoc. La modulazione di riferimento da adottare per la pianificazione è la seguente: 64 QAM; FEC 2/3; Tg 1/8. CiÚ equivale, in un canale di larghezza di banda di 7MHz, a una capacità utile di circa 19.3 Mbit/s, anche se i broadcaster hanno la possibilità di utilizzare altri schemi di modulazione per migliorare la coperture o la capacità trasmissiva. L'ABA cercherà di incrementare l'utilizzo di reti SFN durante il periodo di simulcast in modo da minimizzare le esigenze spettrali per la conversione.
In base a quanto stabilito dall'ABA:
ogni possessore di licenza televisiva per aree ad estensione metropolitana deve iniziare le trasmissioni digitali il 1∞ gennaio 2001; ogni possessore di licenza televisiva per aree ad estensione regionale deve avviare le trasmissioni digitali tra il 1∞ gennaio 2001 e il 1∞ gennaio 2004; deve essere previsto un periodo di trasmissioni in simulcast di 8 anni (prolungabile se necessario); dopo l'inizio del periodo di simulcast, per quanto possibile, le trasmissioni digitali devono assicurare un livello di copertura e di qualità superiore a quello offerto dalle trasmissioni analogiche;durante il periodo di simulcast, i siti analogici e digitali devono essere co-locati;in prospettiva, si deve prevedere l'introduzione della televisione ad alta definizione.La trasmissione potrà avvenire con 2K oppure 8K portanti, mentre tutti i ricevitori dovranno essere in grado di ricevere entrambe le modalità. Lo shut-down analogico è previsto per il 2012.

SINGAPORE

Nel marzo 1998 la Singapore Broadcasting Authority ha effettuato una sperimentazione sul digitale terrestre per un periodo di tre mesi, la prima di questo tipo nel Sud Est asiatico. Singapore ha scelto lo standard europeo dopo averlo comparato con lo standard giapponese ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial). L'interesse principale è rivolto alla ricezione mobile e alla possibilità di adottare ripetitori SFN.

7. Conclusioni

Dall'analisi della situazione europea e delle scelte effettuate nelle architetture di rete nei vari paesi emerge che:

1. L'introduzione dei servizi di televisione digitale terrestre nella maggior parte dei paesi europei presi in considerazione avverrà tra il 2000 ed il 2001, con una copertura iniziale della popolazione del 50%, che si estenderà, in pochi anni, al 90%.

Nonostante l'enorme interesse mostrato da tutti gli stati, lo sviluppo della DTT è in ritardo rispetto alle previsioni. Le ragioni sono da imputare ai seguenti fattori:

- sottostima delle difficoltà tecniche iniziali e dei costi associati;
- complessità della procedura di assegnazione delle frequenze;
- mancata comprensione delle aspettative del consumatore;
- debolezza dei *business* models adottati.

In particolare va sottolineato che l'introduzione della DTT non deve prescindere dalle esigenze delle società televisive, con riferimento ai costi di avvio del servizio.

L'architettura di rete adottata nel Regno Unito è molto flessibile e consente di effettuare oggi sia trasmissioni nazionali sia inserzioni regionali. Essa consentirà in futuro di fornire servizi interattivi. Già adesso è in corso la sperimentazione dei servizi di e-mail e home-banking.

2. La maggior parte dei paesi si è orientata verso una pianificazione che prevede l'introduzione di un numero di *multiplex* compreso fra tre e sei.

3. La prima modalità di diffusione implementata è quella MFN, che favorisce l'introduzione del digitale terrestre senza penalizzare i servizi analogici esistenti.

4. La maggior parte dei paesi ha optato per la modalità 8K che consente l'utilizzo di reti SFN anche a livello regionale/locale o come estensione di copertura.

5. La modalità 2K riveste grande importanza per la sperimentazione della ricezione portatile e mobile (Germania).

6. La data definitiva di migrazione al DTT viene indicata fra il 2006 e il 2015.

Appendice II

Qualità del servizio e ampiezza di copertura negli scenari di piano: tabelle numeriche

A1. Risultati ottenuti con *location probability* compresa tra il 70% e il 95%

VHF Banda III Servizio regionale

RETI		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		SITI
		territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	
scenari	2 SFN	73.84	90.31	76.42	91.82	77.91	92.51	79.16	92.97	81.03	93.55	426
	3 SFN	81.62	95.70	83.57	96.45	84.75	96.84	85.71	97.15	87.19	97.52	462
	MFN 4F	75.73	91.90	77.83	93.07	79.63	93.70	80.90	94.26	82.94	95.09	347
scenari di piano equivalente	2 SFN	74.98	91.24	77.34	92.37	78.87	93.05	80.09	93.48	81.91	94.36	413
	3 SFN	82.01	95.11	83.87	95.92	85.03	96.35	85.91	96.63	87.24	97.08	427
	MFN 4F	79.41	92.61	81.22	93.30	82.66	93.89	83.68	94.27	85.15	95.00	326
scenario UHF	2 SFN	82.45	95.06	84.32	95.82	85.70	96.38	86.66	96.66	88.08	97.29	1122
	3 SFN	88.54	98.04	89.83	98.52	90.66	98.74	91.30	98.86	92.32	99.07	1175

UHF Banda IV Servizio regionale

RETI		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		SITI
		territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	
scenari	2 SFN	69.05	89.17	71.35	90.59	72.80	91.18	73.95	91.65	75.71	92.38	442
	3 SFN	75.96	93.77	77.86	94.50	79.03	94.92	79.94	95.24	81.32	95.96	469
	MFN 4F	71.55	90.19	73.76	91.95	75.55	92.75	76.70	93.18	78.70	94.14	406
scenari di piano equivalente	2 SFN	74.43	89.91	76.92	91.52	78.48	92.37	79.53	93.04	81.24	93.81	441
	3 SFN	80.91	94.10	82.78	95.06	83.97	95.69	84.99	96.23	86.33	96.66	451
	MFN 4F	76.92	91.66	79.10	92.96	80.66	93.60	81.86	94.14	83.51	94.80	374
scenario UHF	2 SFN	74.40	90.58	76.30	91.67	77.61	92.57	78.66	93.00	79.46	93.41	1382
	3 SFN	80.70	95.04	82.11	95.48	83.03	95.83	83.65	96.01	84.72	96.34	1398

UHF Banda V Servizio regionale

RETI		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		SITI
		territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	
scenari	2 SFN	64.57	86.62	66.82	87.78	68.19	88.50	69.27	89.04	70.91	89.97	436
	3 SFN	72.17	91.74	73.98	92.70	75.07	93.51	75.96	93.84	77.15	94.32	473
	MFN 4F	70.35	89.79	72.86	91.18	74.92	92.08	76.21	92.48	78.44	93.58	412
scenari di piano equivalente	2 SFN	71.11	89.41	73.40	90.75	74.82	91.69	75.91	92.27	77.65	93.18	437
	3 SFN	76.11	91.34	78.09	92.57	79.50	93.42	80.51	93.96	82.01	94.78	458
	MFN 4F	73.37	90.26	75.53	91.48	77.20	92.49	78.27	93.05	80.02	93.82	395
scenario UHF	2 SFN	72.04	90.40	73.99	91.51	75.18	92.01	76.14	92.44	77.52	93.19	1426
	3 SFN	78.22	94.53	79.62	95.05	80.48	95.37	81.18	95.64	82.17	95.88	1427

VHF Banda III Servizio nazionale

	RETI	qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		SITI
		territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	
scenari	SFN	72.93	91.33	76.18	93.21	77.84	93.92	79.29	94.49	81.53	95.35	389
	2 SFN	83.75	95.99	85.53	96.80	87.75	97.46	88.56	97.66	89.15	97.80	428
	3 SFN	87.26	97.59	88.83	97.98	89.72	98.19	90.47	98.38	91.51	98.59	456
	MFN 4F	78.29	93.05	80.93	94.12	82.81	94.70	84.12	95.20	86.31	96.15	347
scenari di piano equivalente	SFN	72.59	86.86	75.62	88.74	77.36	89.88	78.80	90.80	80.91	91.85	306
	2 SFN	85.14	95.48	87.21	96.61	88.49	97.22	89.49	97.48	90.85	98.03	419
	3 SFN	88.84	96.73	90.21	98.22	91.69	98.69	92.21	98.82	92.56	98.88	427
	MFN 4F	84.36	95.00	86.29	95.77	87.74	96.25	88.71	96.66	90.13	97.34	326
scenario UHF	SFN	73.56	88.37	76.60	90.22	78.24	91.29	79.65	91.98	81.73	92.97	938
	2 SFN	87.42	97.70	88.97	98.17	89.88	98.47	90.60	98.60	91.67	98.90	1164
	3 SFN	90.70	98.93	91.70	99.16	92.33	99.29	92.79	99.35	93.27	99.46	1318

UHF Banda IV Servizio nazionale

	RETI	qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		SITI
		territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	
scenari	SFN	69.39	89.11	72.25	90.87	73.87	91.76	75.25	92.60	77.34	93.62	393
	2 SFN	78.34	93.94	80.19	94.71	81.22	95.28	82.40	95.90	83.75	96.11	439
	3 SFN	81.50	95.68	83.21	96.01	84.36	96.74	84.98	96.95	85.81	97.01	470
	MFN 4F	75.59	92.49	77.73	93.62	79.61	94.64	80.68	94.83	82.60	95.42	406
scenari di piano equivalente	SFN	72.56	87.55	75.28	89.58	77.03	90.72	78.35	91.50	80.52	92.54	
	2 SFN	84.06	95.38	86.06	96.17	87.21	96.69	88.09	97.09	89.50	97.58	387
	3 SFN	87.85	97.47	89.21	97.92	89.99	98.12	90.71	98.29	92.68	98.64	436
	MFN 4F	81.96	93.97	84.33	95.19	86.00	95.77	87.15	96.26	88.87	96.87	449
												374
scenario UHF	SFN	74.26	92.16	76.96	93.40	78.58	94.24	79.87	94.76	81.94	95.48	
	2 SFN	83.56	96.82	85.43	97.61	86.42	97.90	87.27	98.13	88.39	98.41	1344
	3 SFN	87.00	98.20	88.27	98.49	89.01	98.69	89.60	98.62	90.46	98.98	1271
												1349

A1. Risultati ottenuti con *location probability* compresa tra il 70% e il 95%

UHF Banda V **Servizio nazionale**

	RETI	qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		qualità maggiore di 0,95		SITI
		territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	territorio	popolazione	
scenari	SFN	63.85	86.05	66.55	87.90	68.44	89.20	69.95	90.06	71.93	91.15	403
	2 SFN	74.32	92.28	76.13	93.10	77.27	93.66	78.27	94.08	79.51	94.55	438
	3 SFN	77.55	94.16	79.06	94.82	79.93	95.21	80.72	95.50	8176	95.85	468
	MFN 4F	72.03	90.65	74.06	91.58	75.79	92.52	76.86	93.15	78.56	93.89	412
scenari di piano equivalente	SFN	69.19	86.03	71.67	87.43	73.38	88.50	74.72	89.07	76.81	90.35	391
	2 SFN	80.23	93.54	82.22	94.54	83.54	95.31	84.48	95.76	85.89	96.32	446
	3 SFN	83.77	96.01	85.25	96.60	86.22	97.11	86.99	97.35	88.10	97.72	462
	MFN 4F	78.51	92.52	80.75	94.76	82.51	94.75	83.60	95.30	85.36	96.01	395
scenario UHF	SFN	72.50	91.49	77.73	93.62	79.61	94.34	80.68	94.83	82.60	95.42	1365
	2 SFN	83.45	97.30	84.93	97.62	85.76	97.86	86.46	98.15	87.50	98.41	1411
	3 SFN	83.45	97.87	86.48	98.12	87.19	98.27	87.77	98.47	88.61	98.67	1412

A2. Qualità della copertura nella pianificazione digitale DVB-T

Come è noto, l'effettiva area di copertura di un trasmettitore televisivo analogico si ricava, a partire dell'entità dei segnali interferenti, utilizzando i rapporti di protezione fissati nella Rec. ITU-R BT.655.

In un'area di copertura analogica, al degradarsi del rapporto tra segnale utile ed interferente, si registra una progressiva perdita della qualità Q del segnale, generalmente anche prima che sia raggiunto il minimo utile del campo. Le variazioni statistiche, tra loro indipendenti, del campo medio utile ed interferente in ciascuna "areola", tipicamente dell'ordine di 100x100m, si riflettono quindi in una variazione della *qualità Q del segnale ricevuto nelle diverse locazioni*. Tali variazioni statistiche sono imputabili alle irregolarità del terreno (inclusi i fabbricati) nei pressi di ciascuna locazione ricevente e nella direzione di ricezione, compresi i relativi punti di riflessione. La densità di probabilità del valore di campo ricevuto intorno al valore medio previsto è da considerarsi log-normale: ossia i valori di campo elettromagnetico, espressi in dB V/m, hanno statistica "gaussiana", con un valore di deviazione standard intorno al valore medio. Lo stesso valore di deviazione _ è valido sia nel caso di trasmissioni analogiche che digitali, in quanto legato solo alla propagazione del campoelettromagnetico e non alla natura del segnale trasmesso.

Ovviamente, nel caso di un trasmettitore televisivo digitale, dette variazioni statistiche non possono riflettersi sulla qualità del segnale, poiché la ricezione è, in pratica, solo "ON" oppure "OFF". L'effetto è quindi una variazione percentuale delle locazioni coperte (o servite), ossia di quelle locazioni riceventi che, in una data areola, oltre al requisito di campo minimo, soddisfano anche il rapporto di protezione richiesto.
La qualità della copertura digitale di una data areola è perciò considerata "buona" se la percentuale di locazioni servite è superiore al 95% ed "accettabile" se tale percentuale supera il 70%. L'area di copertura complessiva è costituita dalla somma delle areole in cui è raggiunta almeno una data percentuale (70% o 95%) di copertura (Chester Agreement).

Per il calcolo di queste aree di copertura digitale, secondo il già citato Chester Agreement, è quindi necessario utilizzare l'opportuno valore del fattore correttivo di propagazione C.

C = $\sqrt{2} \times \mu \times \sigma$ (Chester Agreement)

C = fattore correttivo di propagazione (*propagation correction factor*)
μ = fattore di distribuzione (*distribution factor*), riferito alla densità di probabilità di una distribuzione gaussiana
σ = deviazione standard in dB (*standard deviation*)

Di seguito si riporta una tabella con alcuni valori di C, tutti calcolati per **σ = 5,5 dB** (ricezione esterna, fissa e mobile)

% *Location probability*	μ *Distribution factor*	C *Propagation correctionfactor*		Note
95%	1,64	13 dB	(12,75)	Copertura "buona"
90 %	1,28	10 dB	(9,97)	
80 %	0,84	7 dB	(6,53)	
70%	0,52	4 dB	(4,08)	Copertura "accettabile"

Nel caso particolare di ricezione fissa DVB-T, il calcolo delle aree con copertura accettabile consente di individuare anche quella fascia di aree dove, in una percentuale dei sistemi d'antenna ricevente (comunque inferiore al 30%), si potrebbe migliorare il rapporto tra il segnale utile e quello interferente con una modesta variazione verticale o orizzontale del sistema di antenne riceventi.

A3. Alcuni esempi di andamento del servizio sui pixel del territorio nazionale

Scenario di piano - SFN - 1 Frequenza - Servizio nazionale - Banda III

Scenario di piano - SFN - 2 Frequenza - Servizio nazionale - Banda III

Scenario di piano - SFN - 3 Frequenza - Servizio regionale - Banda III

Scenario di piano - MFN - 4 Frequenza - Servizio regionale - Banda III

A3. Alcuni esempi di andamento del servizio sui pixel del territorio nazionale

Scenario di piano - MFN - 4 Frequenza - Servizio nazionale - Banda III

Scenario di piano - SFN - 1 Frequenza - Servizionazionale - Banda V

Scenario di piano - SFN - 2 Frequenza - Servizio nazionale - Banda V

Scenario di piano - SFN - 3 Frequenza - Servizio regionale - Banda V

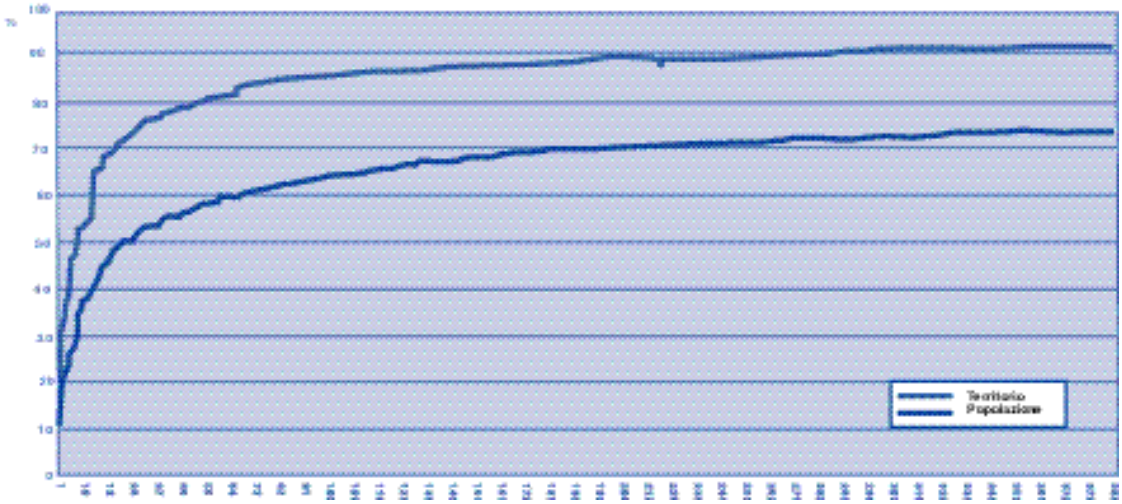
A3. Alcuni esempi di andamento del servizio sui pixel del territorio nazionale

Scenario di piano - MFN - 4 Frequenza - Servizioregionale - Banda V

Scenario di piano - MFN - 4 Frequenza - Servizio nazionale - Banda V

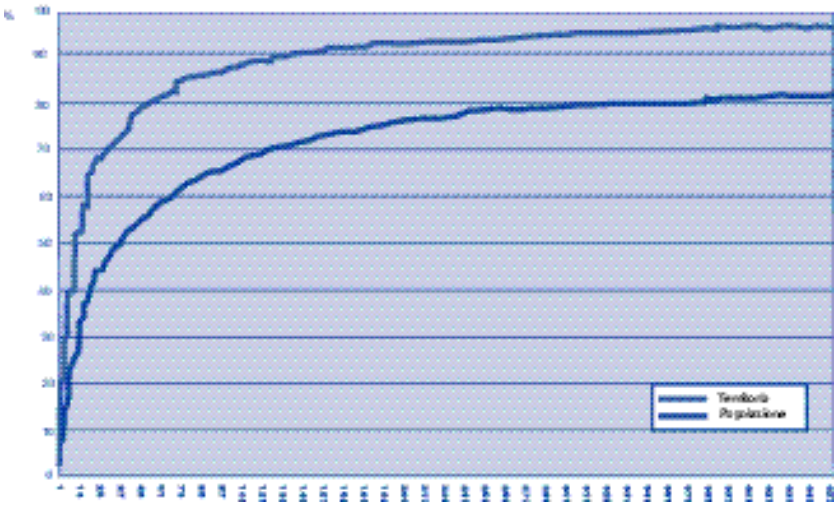
A.4 Alcuni esempi di andamento di servizio (territorio e popolazione) all'aumentare degli impianti attivati

Scenario di piano Rete SFN Nazionale - Banda III



Numero trasmettitori

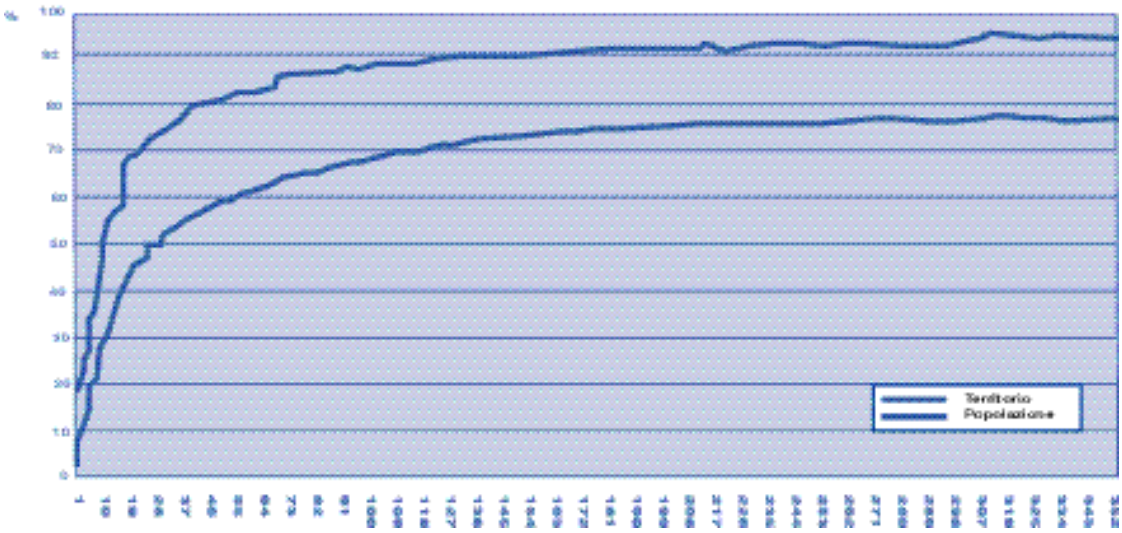
Scenario di piano Rete 3SFN Regionale - Banda III



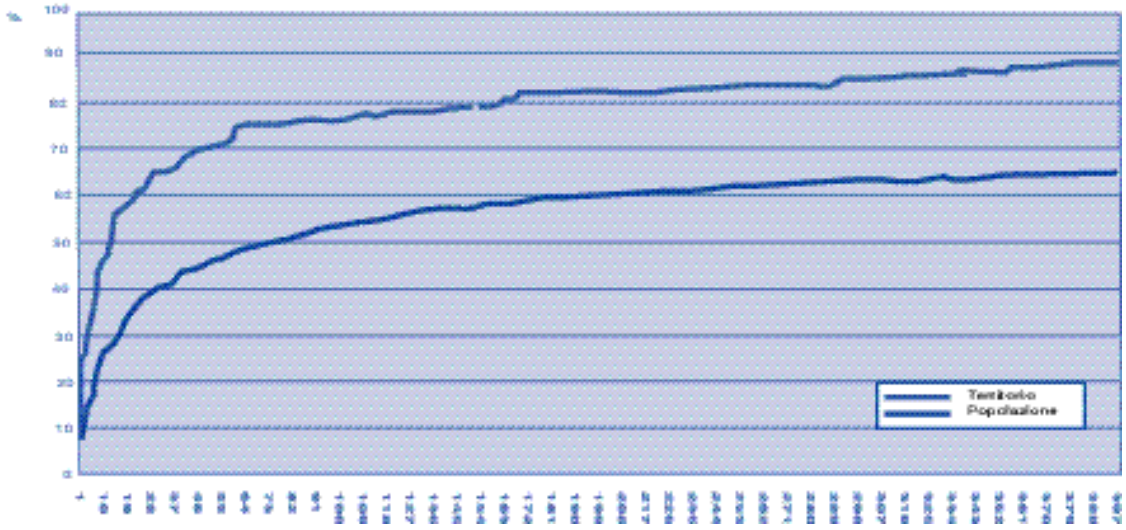
Numero trasmettitori

A.4 Alcuni esempi di andamento di servizio (territorio e popolazione) all'aumentare degli impianti attivati

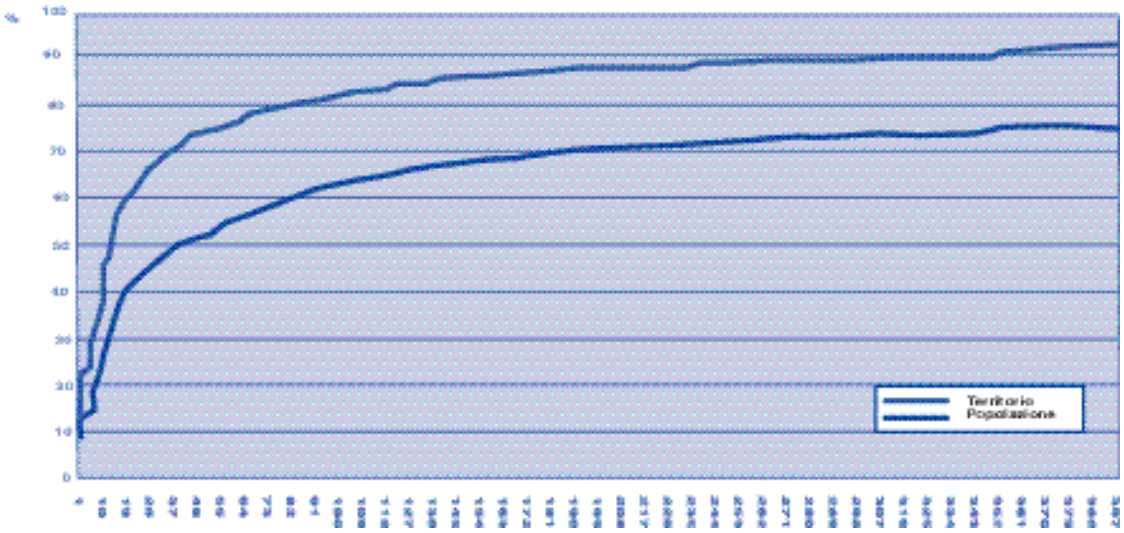
Scenario di piano Rete 4MFN Regionale - Banda III



Scenario di piano Rete SFN Nazionale - Banda V

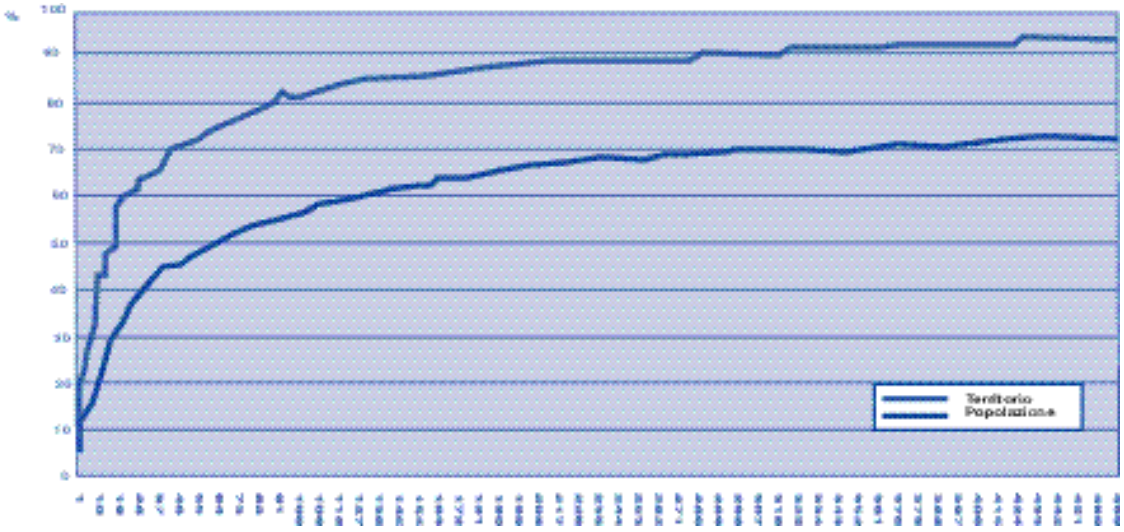


Scenario di piano Rete 2 SFN Nazionale - Banda V



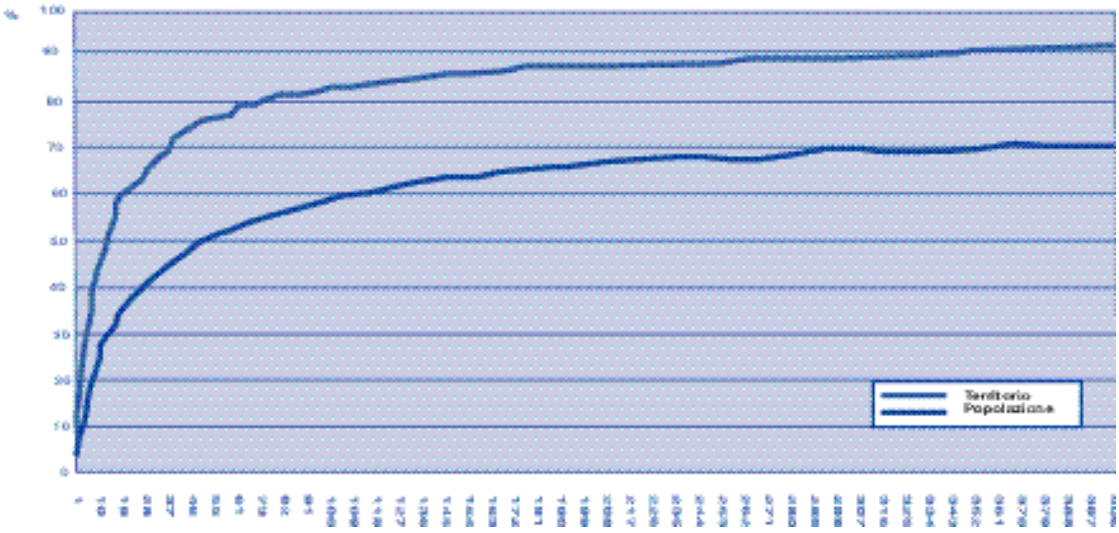
Numero trasmettitori

Scenario di piano Rete 3 SFN Regionale - Banda V



Numero trasmettitori

Scenario di piano Rete 4 MFN Regionale - Banda v



Numero trasmettitori

Appendice III

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

INTRODUZIONE

Il presente documento illustra il modello funzionale dell'IRD, specificamente studiato per soddisfare le esigenze del mercato italiano con riferimento alla televisione digitale terrestre. L' IRD può essere realizzato sia con un set-top-box (STB) disgiunto dallo schermo televisivo, sia con un televisore digitale integrato.
Il modello può essere utilizzato anche per la ricezione delle trasmissioni satellitari e via cavo. Le norme per la ricezione via satellite e cavo sono stabilite dal DM 307 (25 Luglio 1997).
I criteri guida per la definizione del modello funzionale sono stati:

- un'analisi tecnica condotta sulla base dei requisiti del servizio;
- un'analisi economica che ha tenuto in conto della possibile segmentazione del mercato e dell' impatto delle scelte tecnologiche sull'utenza finale;
- un esame della situazione europea e delle scelte già effettuate in alcuni mercati di riferimento (Inghilterra, Scandinavia, Spagna);

Nelle pagine che seguono sarà dapprima introdotta l'architettura generale dell' IRD e la possibile segmentazione in differenti classi di prodotto, come riportato in tabella 1; si procederà poi a illustrare i blocchi funzionali con le relative caratteristiche tecniche. Nell'appendice, infine, si spiegherà come combinare i blocchi funzionali nelle diverse classi di prodotto.

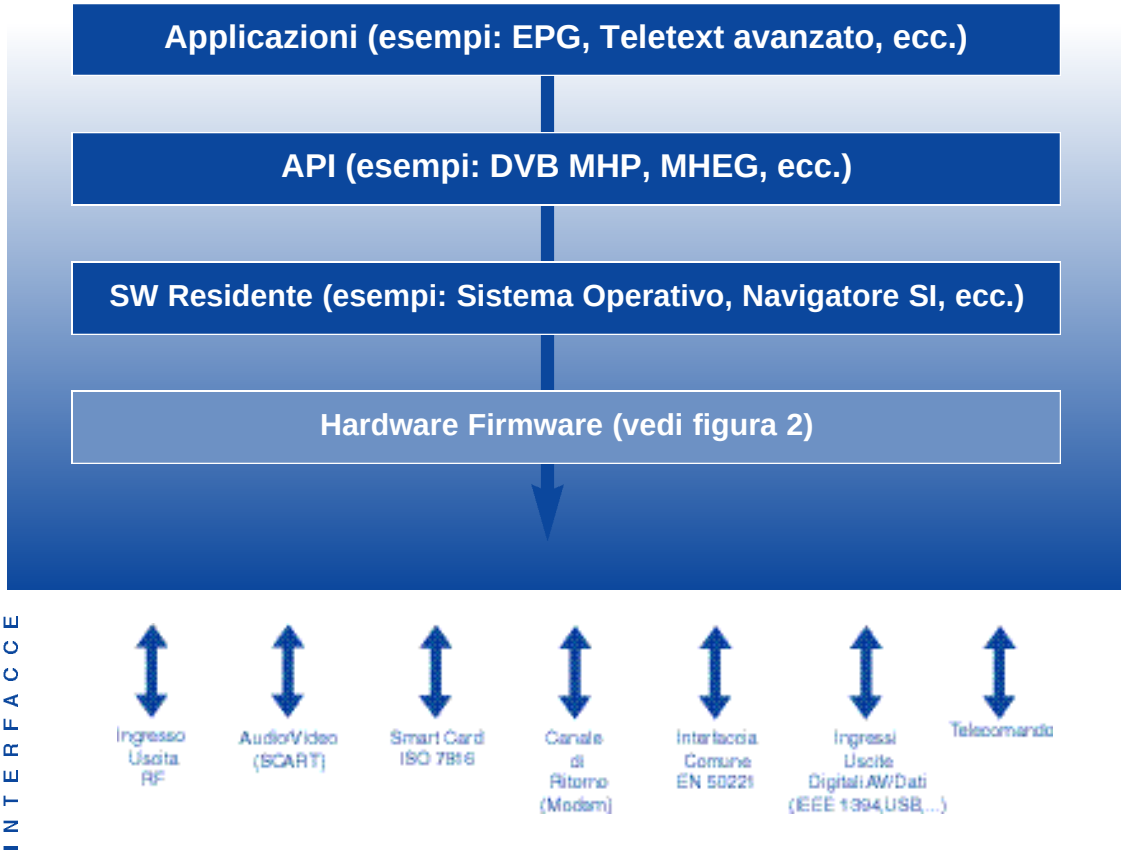
ARCHITETTURA DI RETE

In fig. 1, l'immagine dell'architettura IRD a un livello di astrazione elevato, per evidenziare le interfacce e i principali blocchi funzionali.
L' architettura generale si compone di:

- Un livello hardware e firmware comprendente le interfacce verso l'esterno (per maggiori dettagli si veda la fig. 2) e il bootloader, che consente l'aggiornamento del software residente;
- Un livello software residente che include il

Funzionalità	Set-Top-box (STB)	Integrated digital television (IDTV)
Base	Set-top-box di funzionalità e costo minimi che consente la ricezione di segnali televisivi digitali su un solo mezzo trasmissivo.	televisore digitale di funzionalità e costo minimi che permette ricezione di segnali televisivi digitali su un solo mezzo trasmissivo
Estese	Set-top-box multimediali per la gestione di servizi interattivi con eventuale capacità di interfacciarsi con pc, DVD e altri apparati multimediali; ricezione dei segnali televisivi digitali su più mezzi trasmissivi. N.B. sul mercato possono essere presenti modelli di funzionalità differente	televisori multimediali con possibilità di gestione dei servizi multimediali interattivi con eventuale interfacciarsi con pc, DVD e altri apparati multimediali e ricezione dei segnali televisivi digitali su più mezzi trasmissivi N.B. sul mercato possono essere presenti modelli di funzionalità differente

tabella 1


Applicazioni (esempi: EPG, Teletext avanzato, ecc.)
API (esempi: DVB MHP, MHEG, ecc.)
SW Residente (esempi: Sistema Operativo, Navigatore SI, ecc.)
Hardware Firmware (vedi figura 2)
INTERFACCE
Ingresso Uscita RF
Audio/Video (SCART)
Smart Card ISO 7816
Canale di Ritorno (Modem)
Interfaccia Comune EN 50221
Ingressi Uscite Digitali AV/Dati (IEEE 1394,USB,...)
Telecomando

software di sistema, il navigatore e, ove necessario, il middleware (JAVA, browsers XML,HTML, ecc.);

• Un livello di API per l'ulteriore gamma di applicazioni (EPG, Teletext evoluto).

Le interfacce verso l'esterno possono comprendere l' ingresso/ uscita RF/IF, le uscite audio e video, gli ingressi/uscite audio/video e dati, telecomando, l'interfaccia comune, le interfacce smart-card e il canale di ritorno.

Occorre precisare che la dotazione dell'interfaccia comune è obbligatoria per i soli ricevitori con accesso condizionato integrati negli apparecchi televisivi ed è raccomandata per i set-top-box che prevedono le funzioni di accesso condizionato. La presenza del canale di ritorno e del relativo strato software di gestione è raccomandata per i ricevitori di funzionalità estesa.

Relativamente al software, si fa notare che in tutti i ricevitori terrestri, satellitari e via cavo, è essenziale la presenza di un navigatore in grado di presentare all'utente il contenuto delle informazioni sulla programmazione diffuse dagli operatori televisivi, secondo la normativa DVB-SI. Le interfacce software (API) che permettono di scaricare sull' IRD applicazioni multimediali sono raccomandate nei soli ricevitori evoluti. Di fondamentale importanza, inoltre, è la possibilità di modificare in tutto o in parte il software residente del IRD

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

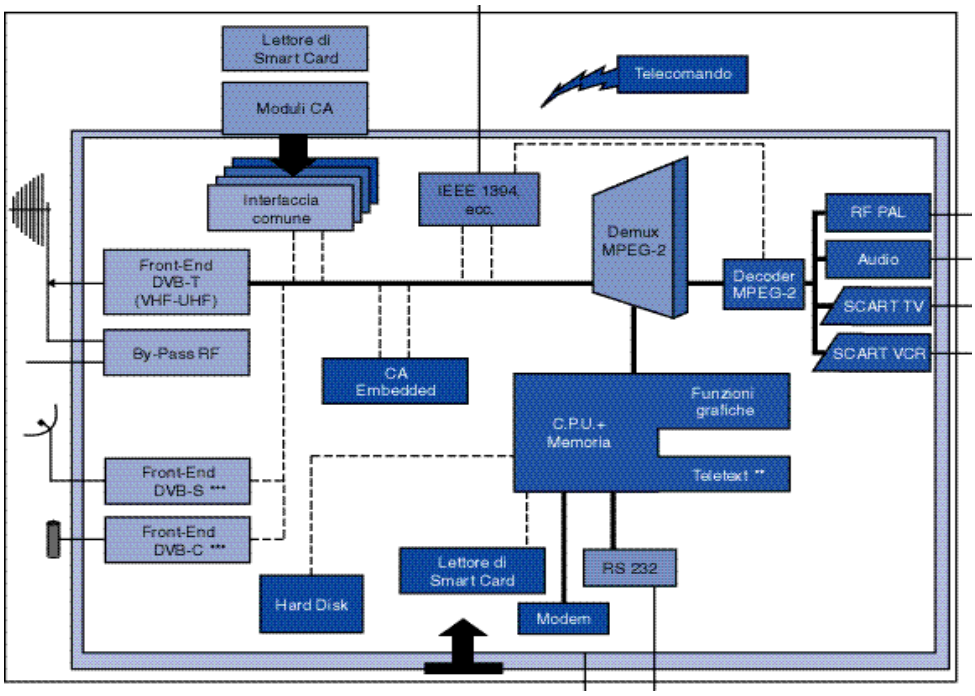


Figura 2: principali blocchi dell' IRD
(*) raccomandata, (**) il Teletext può essere decodificato internamente o reinserito nel VBI del video analogico, (***) front-end DVB-S e CATV- SMATV possono essere collegati esternamente tramite un'interfaccia comune

1.1 Funzionalità hardware e firmware

Entrando nel dettaglio dell'architettura di rete proposta, è possibile individuare i blocchi principali che costituiscono la struttura hardware e firmware dell' IRD, come illustrato in figura 2.
I moduli a fondo scuro costituiscono la struttura base del IRD terrestre e devono tutti essere considerati come essenziali.
I moduli a fondo chiaro rappresentano l'estensione della struttura tramite la quale l'IRD acquisisce funzionalità estesa (es: multimedialità, interattività, registrazione locale). Nel caso di servizi provenienti da diversi mezzi di trasmissione (satellite, cavo, terrestre) si raccomanda che l'utente sia messo in condizione di navigare, in modo semplice, tra i servizi originati da diversi front-end. La presenza contemporanea nell'IRD terrestre dell'interfaccia comune e del CA Embedded con relativo lettore di smart-card risponde all'esigenza di massima flessibilità sotto il profilo del controllo d'accesso. In tal modo un unico IRD è infatti in grado di gestire e offrire all'utente servizi criptati di differenti operatori sia in multicrypt (EN 50221) sia in simulcrypt (TS 101-197). Il lettore di smart- card deve essere in grado di gestire smart-card avanzate che permettano di realizzare transazioni di commercio elettronico.

1.2 Front-end

Il front-end deve essere in grado di ricercare automaticamente ogni segnale presente all'interno dell'intervallo di frequenze disponibile e riconoscere automaticamente la modalità trasmissiva (modulazione, il symbol rate e la cor-

rezione di errore). Deve inoltre essere in grado di ricevere le informazioni sulla sintonia tramite le tabelle PSI/SI. Opzionalmente l' IRD si sintonizza sul canale RF richiesto dall'utente. Una volta acquisiti, i dati relativi alla sintonia devono essere memorizzati in modo da poter essere rapidamente disponibili.
Queste caratteristiche devono essere condivise da tutti i front-end (terrestre, cavo e satellite) installati nell'IRD. Nelle pagine che seguono si esamineranno in dettaglio le caratteristiche del front-end VHF-UHF utilizzato per la ricezione delle trasmissioni digitali terrestri. Gli eventuali front-end per le trasmissioni satellitari e via cavo dovranno essere conformi alle normative europee vigenti e alla legislazione italiana (DM 25 Luglio 1997, numero 307).
Il front-end del set-top-box terrestre dovrà includere un by-pass RF analogico, funzionante anche in stand-by. Si raccomanda una realizzazione che includa anche il modulatore RF PAL, per il reinserimento del programma digitale decodificato.

1.2.1 Front-end VHF-UHF

Tale front-end dovrà prevedere un demodulatore in grado di ricevere i segnali trasmessi, in conformità alla normativa EN 300 744.
Per quanto riguarda le frequenze, il front-end dovrà essere in grado di ricevere tutti i segnali con canalizzazione italiana ed europea VHF a 7 MHz in banda III e UHF a 8 MHz in banda IV e V.
Nel caso delle bande IV e V UHF, il front-end deve essere in grado di ricevere le frequenze centrali fc dei segnali DVB-T, dove:
fc= 474 MHz + (N-21) x 8 MHz + foffset
N Œ [21, …., 69] numero del canale UHF
Nel caso della banda III VHF (canali da 7 MHz), canalizzazione Europea:
fc=177.5 MHz + (N-5) x 7 MHz + foffset
N Œ [5, …., 12] numero del canale VHF
Nel caso della banda III VHF (canali da 7 MHz), canalizzazione Italiana:

L'off-set di frequenza foffset può essere [-166.67 kHz, 0, + 166.67 kHz]. L' off-set fine può essere nell' intervallo [-10 kHz, 10 kHz] in modo continuo.
Il front-end deve essere in grado di demodulare correttamente tutti i modi non gerarchici specificati nella normativa EN 300 744. Il front-end deve inoltre essere in grado di operare in tutte le configurazioni di costellazione (QPSK, 16-QAM o 64-QAM), code rate (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 e 7/8), intervallo di guardia (TU/4, TU/8, TU/16 e TU/32) e modo di trasmissione (2K e 8K). L' IRD dovrà automaticamente rilevare quale modo di trasmissione è in uso. La demodulazione e decodifica dei modi gerarchici è opzionale.
Al fine di ottimizzare la ricezione, l' IRD deve fornire l'indicazione del livello del segnale e/o del rapporto segnale / rumore e/o del BER (dopo decodifica convoluzionale e prima di quella RS).
Il front-end deve essere in grado di adattarsi automaticamente a modifiche dei parametri trasmissivi (code rate e modulazione). Il front-

Canale	D (5 europeo)	E	F	G	H (10 europeo)	H1 (1 europeo)	H2 (12 europeo)
f_c (MHz)	177,5	186	194,5	203,5	212,5	219,5	226,5

end deve presentare un connettore di ingresso sul sintonizzatore di tipo femmina in conformità con IEC 60169-2, parte 2. Deve inoltre avere una cifra di rumore migliore di 8 dB, e preferibilmente di 7 dB.
In presenza di rumore gaussiano, deve essere rispettata la normativa EN 300 744, con un margine di implementazione del IRD migliore di 3 dB e preferibilmente migliore di 2.5 dB Il margine di implementazione nei modi 64 QAM 5/6 e 7/8 può essere superiore.
Il front-end deve essere in grado di operare su canale gaussiano con prestazioni QEF (Quasi Error Free) con livello di segnale minimo pari a –78.2 dBm misurato in UHF con modulazione 64 QAM e code rate 2/3 (la po-

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

tenza di rumore è calcolata con una cifra di rumore di 8 dB e una banda di ricezione di 7.61 MHz).
In presenza di echi, il front-end deve essere in grado di funzionare con un margine di implementazione di 3.5 dB quando il profilo di canale corrisponda a quello riportato nella norma EN 300 744 (profili Rice e Rayleigh, utilizzando i sei raggi più potenti). In presenza di un'eco a 0 dB, in assenza di rumore, ai limiti dell' intervallo di guardia, e per qualsiasi intervallo di guardia, il front-end deve essere in grado di funzionare con prestazioni QEF nel modo 64 QAM e code rate 2/3.
Il front-end deve essere in grado di operare con il margine di implementazione sopra specificato con segnale massimo di –35 dBm.
I rapporti di protezione (dislivelli fra segnale utile e segnale interferente) sono espressi come rapporti segnale/interferenza che danno una qualità del segnale QEF in assenza di rumore. Nel caso di segnali TV analogici, la potenza è misurata al picco dei sincronismi. I rapporti di protezione sono specificati da quanto segue.
Rapporto di protezione co-canale: DVB-T interferito dal PAL/VSB (incluso il Teletext e l' audio analogico (mono o stereo)).
Nel caso del DVB-T interferito dal DVB-T (co-canale), vale il valore di C/N gaussiano espresso dalla specifica EN 300 744 aumentato del margine di implementazione sopra indicato. Per tutti i modi - eccetto che per 64QAM rate 3/4, 5/6 e 7/8 - i rapporti di protezione da canale adiacente per DVB-T interferito dal PAL devono essere di –34 dB (canale interferente inferiore) e di –38 dB (canale adiacente superiore).
Per tutti gli altri canali il rapporto di protezione deve essere di –50 dB, esclusi i canali imma-

Mod	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
Cod	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
PR	-12	-8	-5	2	6	-8	-4	0	9	16	-3	4	10	17	24

gine, per i quali il rapporto di protezione deve essere di -46 dB.
Per il caso DVB-T interferito da DVB-T e per tutti i modi - eccetto per 64QAM rate 3/4, 5/6 e 7/8 - i rapporti di protezione su canali adiacenti devono essere di –25 dB (canale interferente inferiore e superiore).
Per tutti gli altri canali il rapporto di protezione deve essere di –50 dB, esclusi i canali immagine, per i quali i l rapporto di protezione deve essere di -30 dB.

1.2.2 Demultiplexer MPEG-2

Ricompone i flussi relativi ai programmi a partire dai pacchetti TS ed effettua la sincronizzazione dei flussi audio e video secondo la codifica di trasporto MPEG-2 definita in ISO/IEC 13818-1.

Il demultiplexer deve essere conforme alla normativa ETR 154. È necessario inoltre:
- utilizzare le tabelle MPEG-2 SI-DVB;
- interpretare il descrittore CA come definito in ETR 289;
- "demultiplare" un flusso ISO/IEC 13818-1 con data rate fino a 60 Mbit/s;
- selezionare, opzionalmente, uno o più flussi dati ,definiti in EN 300 192, e inviarli a un'uscita compatibile;
- ignorare strutture dati che, allo stato attuale, sono classificate reserved, in modo da garantire la compatibilità con versioni future.

1.2.3 Video Decoder MPEG-2

Il decoder video deve rispettare gli standard e le linee guida fornite dai seguenti documenti:
- ISO/IEC 13818-1, ISO/IEC 13818-2

- ETS 300 468, ETR 211
- ETR 154.
- ITU-R BT.1119-1, ETS 300 294

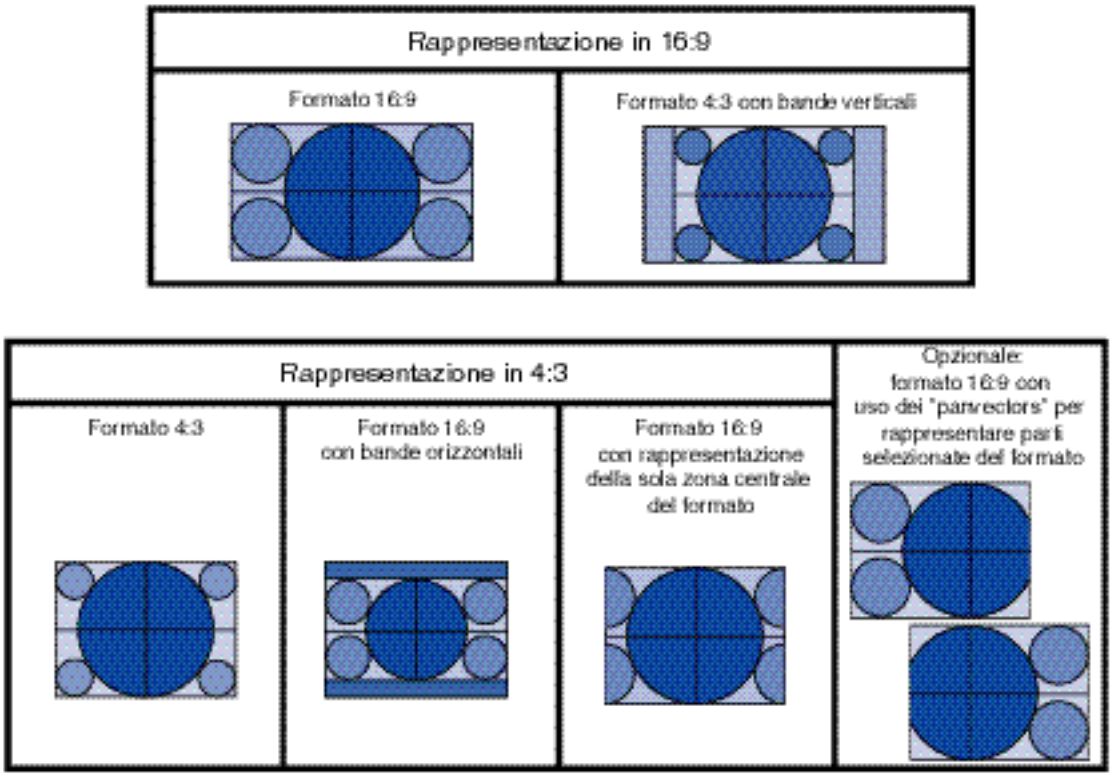
In particolare devono essere decodificati i formati video descriti in ISO/IEC 13818-1, ISO/IEC 13818-2 e in ETS 300 468, con i limiti e le interpretazioni descritti in ETR 211 ed in ETR 154
Il decoder deve essere conforme al MPEG 2 MP @ ML (main profile @ main level), e deve le seguenti caratteristiche minime::

- risoluzioni (riferite ai pixel di luminanza) di: 720x576, 544x576, 480x576, 352x576 or 352x288 rappresentabili, sulle uscite video analogiche, anche a pieno schermo (full screen), come descritto in ETR 154;
- formati 4:3 e 16:9 (aspect ratio information);
- supporto del formato MPEG-1;
- supporto di bit rate video fino a 15 Mbit/s.

Si raccomanda la decodifica di immagini statiche (still pictures), definite come sequenze video consistenti in un singolo quadro “intra”, come stabilito in ETR 154 e in ISO/IEC 13818-1.

Si raccomanda che le rappresentazioni del formato 16:9 nel formato 4:3 e del formato 4:3 nel formato 16:9 avvengano con i metodi previsti da ETR 154; nella figura che segue sono evidenziate le principali opzioni:

Figura 3: Modi di rappresentazione dei differenti formati video



Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

1.2.4 CA Embedded

L'unità di decodifica è basata sull'algoritmo comune europeo fornito a chi ne faccia richiesta dall' ETSI, vedi DVB A011. L' IRD dovrà essere in grado di processare in parallelo almeno 6 differenti flussi con differenti accessi condizionati, sia a livello di trasporto sia in formato PES. Dovrà essere presente un by-pass che permetta a flussi dati senza controllo d'accesso di oltrepassare l'unità di decodifica.

1.2.5 Decoder audio

Il decoder audio MPEG dovrà rispettare le linee guida fornite dal DVB ETR 154 che si riferisce agli standard ISO/IEC 13818-3 e 11172-3. In particolare:
- supporto del MPEG layer I e II, III opzionale, ma si raccomanda l'estrazione di almeno una coppia di canali stereo MPEG-2;
- supporto delle velocità di campionamento 32, 44.1, 48 kHz e per MPEG-2 22.05 e 24 kHz.

1.2.5.1 Sincronismo audio video

Almeno un decoder audio dovrà rispettare i requisiti di decoding della ETR 154.
Il ritardo relativo introdotto dal decoder fra segnali audio e video non dovrà superare i 5 ms.
Livelli di set-up In linea con DVB ETR 154.

1.2.6 Unità di controllo

La configurazione minima dell'unità di controllo per l' IRD a funzionalità estesa dovrà essere di:
- 4 Mbyte RAM;
- 4 Mbyte flash memory;
- Mbyte video RAM;

Ogni IRD dovrà avere le seguenti funzioni:
- orologio e, in via opzionale, calendario in tempo reale, aggiornati via SI;
- timer opzionale per il controllo dell' accensione e lo spegnimento automatico.

1.2.6.1 Bootloader

Questo modulo è realizzato in software residente e ha la funzione di gestire lo scaricamento di tutto o di parte del software (drivers, SO, e applicazioni) nel IRD. Il caricamento del software può avvenire:
- Attraverso il canale broadcast (over-the-air);
- Attraverso un modulo appropriato connesso all'interfaccia comune;
- Utilizzando il canale interattivo;
- Attraverso le interfacce dati.

Si raccomanda che il bootloader sia in grado di prevenire il caricamento sull' IRD di software non certificato e che il protocollo di sicurezza sia basato su un meccanismo di crittografia asimmetrica (chiave pubblica / chiave privata, con le chiavi pubbliche presenti nel IRD).

1.2.7 Funzionalità grafiche

L'IRD deve essere in grado di gestire funzionalità grafiche per il controllo dello stesso tramite on-screen-display (OSD) e per il navigatore di base basato sulle informazioni DVB SI (paragrafo 6.1).
L'IRD a funzionalità estesa deve essere in grado di gestire funzionalità grafiche avanzate e la visualizzazione del segnale OSD. Deve inoltre soddisfare i seguenti requisiti minimi:
- risoluzione 720x576 con aspect ratio 16:9 e 4:3;
- numero di colori 256 più trasparenza con modo di presentazione specificato dalle API;
- supporto simultaneo di grafica, video e still pictures;
- supporto della sottotitolazione DVB (ETS 300 743).

Si raccomanda che il segnale OSD sia disponibile sull'uscita PAL, ove presente.

1.2.8 Interfacce e livelli di segnale

Questo capitolo elenca, con indicazione delle normative di riferimento, i requisiti delle varie interfacce esterne di cui l'IRD deve/può esse-

re dotato (si veda in proposito la figura 1 - Architettura generale). Nei singoli casi sarà specificato quali requisiti possano essere considerati facoltativi.

PAL
- ITU/R re. 624-4;
- controllo di volume presente ;
- connettore IEC maschio, IEC 60169-2.

Transport -stream
- Common interface secondo EN50221 (obbligatoria se il decoder è integrato, raccomandata negli altri casi);
- Interfaccia IEEE 1394 con packet layer secondo IEC 1883 (MPEG-2) facoltativa.

Smart-card
- ISO 7816 part 1-3;
- supporto delle carte sincrone (facoltativo);
- frequenza di cIlock minima 3.72 MHz (raccomandata 5 MHz).

È consigliabile che la slot per la smart-card supporti carte bancarie e altri tipi di carte (ad es. carte ricaricabili). La presenza di tale slot nell'architettura del IRD multimediale potrà essere oggetto di revisione in base agli sviluppi in corso nell'industria del settore.

Modem
- ITU-T v32bis (14400);
- correzione d'errore ITU-T V42;
- connettore RJ-11;
- omologazione del Ministero delle Comunicazioni;
- supporto DMTF, PABX, carrier select.

Interfaccia Scart
- secondo EN 50049-1 e EN 50 157-2-1

Audio
- disponibile all'uscita Scart;
- uscita audio stereo secondo IEC4B(Sec)316.

Interfaccia seriale
- RS232 C secondo EN50201 4.6.1;
- connettore maschio a 9 PIN.

1.3 SOFTWARE E SERVIZI

Nel software dell' IRD si possono distinguere: il software residente di sistema e le applicazioni.
Il software di sistema deve fornire due classi di funzioni: una classe è accessibile solo all'interno del medesimo software di sistema - come il navigatore di base, par. 4.1 - mentre l'altra è disponibile internamente ed esternamente per le varie applicazioni, quali l'EPG, e costituisce l'API dell' IRD. Mentre il profilo "base" non richiede in generale la disponibilità di API, quello a funzionalità estesa deve fornire un insieme di API. (puntatore al documento principale).

1.3.1 Navigatore

Il software di sistema sia per il profilo base sia per quello a funzionalità estesa deve contemplare un navigatore definito dal costruttore, che permetta all'utente di configurare e di controllare la sintonia dell' IRD. Sarà pertanto compito del costruttore stabilire l'aspetto grafico della presentazione dei dati.
Il Navigatore deve fornire tutte le informazioni sulla programmazione trasmesse secondo la normativa DVB-SI e avviare la ricezione del programma scelto; deve inoltre fornire la lista di tutti i servizi presenti su tutti i canali accessibili, anche quando i segnali non trasportino le informazioni SI incrociate (cross-carriage). Il Navigatore deve poi elencare i programmi presenti e futuri del multiplex sul quale è sintonizzato e fornire informazioni aggiuntive (es: regista, attori, trama), ove tali informazioni vengano trasmesse.

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

Per la sintonia e/o per la visualizzazione, il Navigatore deve utilizzare le informazioni contenute nelle tabelle DVB-SI e nei descrittori più avanti indicati (si fa riferimento alla normativa ETS 300 468). L'utente deve in ogni caso poter configurare manualmente l'ordine dei canali preselezionati in automatico e richiamare, tramite telecomando, la funzione di navigazione e aggiornamento dei dati.

Network Information Table (NIT)
Descrittori della tabella
Network_name_descriptor
Service_list_descriptor
Satellite_delivery_system_descriptor (*)
Cable_delivery_system_descriptor (*)
Terrestrial_delivery_system_descriptor (*)
Linkage_descriptor (**) (opzionale)

Nota (*): xxx_delivery_system_descriptor relativo al front-end xxx presente.
Nota (**): il bootloading via canale broadcast può prevedere l'utilizzo del Linkage_descriptor.

Service Description Table (SDT)
Descrittori della tabella
Service_descriptor
* CA_identifier_descriptor (opzionale)
Linkage_descriptor (opzionale)

Nota (*): obbligatoria solo se il CAè applicato ad un componente del servizio.

Event Information Table present/following (EIT p/f)
Descrittori della tabella
Short_event_descriptor
Component_descriptor
Extended_event_descriptor (opzionale)
Content_descriptor (opzionale)
Parental_rating_descriptor

Event Information Table schedule (tutti opzionali)
Descrittori della tabella
Short_event_descriptor
Component_descriptor
Extended_event_descriptor
Content_descriptor
Parental_rating_descriptor

Nota: la capacità di visualizzare le informazioni contenute nella tabella EIT Schedule è opzionale.

Time Date Table e Time Offset Table
Descrittori della tabella
Local_time_offset_descriptor

Requisiti tabelle PSI
Service_move_descriptor (opzionale)
Teletext_descriptor
Subtitling_descriptor (opzionale)

I descrittori o altre strutture dati non definiti allo stato attuale devono essere ignorati e non devono causare avarie.
L' IRD, in via opzionale, deve essere in grado di processare le tabelle PSI/SI, sia per il TS "Actual", sia per i TS "Other".
È auspicabile che i broadcaster attivi nel mercato digitale terrestre trasmettano all'interno dei propri TS le informazioni sulla programmazione degli altri operatori contenute nelle relative tabelle EIT (EIT p/f Other).

1.3.2 Teletext e sottotitoli

1.3.2.1 Teletext

L' IRD deve essere in grado di interpretare in parallelo i flussi dati MPEG-2 video, audio, dati ed il servizio Teletext trasmesso secondo il formato definito dalla normativa ETS 300 472. L' IRD base deve essere in grado di decodificare i segnali Teletext e di visualizzarli tramite le funzioni grafiche, oppure i segnali Teletext devono essere re-inseriti all'interno delle righe VBI nel segnale video composito in uscita. Tale inserzione deve essere conforme alla normativa ITU-R BT.653-2. I dati Teletext andranno quindi inseriti nelle righe da 6 a 22 e da 320 a 335. Si raccomanda che i ricevitori a funzionalità abbiano una memoria cache minima di 150 pagine.

1.3.3 Sottotitoli

L' IRD base deve essere in grado di visualizzare i sottotitoli Teletext.
Tabelle Riassuntive

Num	Sezione / funzionalità	STB base	STB Funz est esc	ID TV base	ID TV funz est esc	Valori Essenziali	Valori raccomandati	Note
1	Tuner DVB-T							
1.1	Ricezione BIV e BV UHF, canali 6/M	E	E	E	E	-	-	E= essenziale per tutti i servizi
	figura di rumore tuner					8dB	7dB	
	livello minimo del segnale (64 QAM 2/3)					-78,2 dBm	-78,2 dBm	
1.2	Ricezione BIII VHF, canalizz. ita ed eu. 7 MH	E	E	E	E	-	-	
	figura di rumore tuner					8dB	7dB	
	livello minimo del segnale (64 QAM 2/3)					-79,0 dBm	-79,0 dBm	
1.3	Offset "fine" (10 kHz)	E	E	E	E	-	-	
1.4	Offset "largo" (0, +/-166,6 kHz)	E	E	E	E	-	-	
1.5	By-pass RF	E	E	-	-	-	-	
1.6	Sintonia automatica dei canali e dei servizi	E	E	E	E	-	-	
1.7	Sintonia e controllo del singolo canale VHF/UHF	E	E	E	E	-	-	
1.8	Ricezione e demodulazione segnali PAL	O	O	E	E	-	-	O= opzionale
1.9	Rimodulazione PAL	R	R	-	-	-	-	R= raccomandato
1.10	Filtraggio rumore impulsivo	R	R	R	R	-	-	
2	Decodifica DVB-T							
2.1	Decodifica da DVB-T a Transport Stream	E	E	E	E	-	-	
	massima capacità utile nel TS					31,64Mbit/s	-	
	margine di implementazione					3dB	2,5 dB	Fatta eccezione per 64 QAM 5/6, 7/8
	prestazione con canale Rice					3,5 dB	-	
	prestazione con canale Rayleigh					3,5 dB	-	
	prestazione con echi a 0dB lim. dell'int guardia					-	-	QEF nel modo 64 QAM 2/3
2.2	Decodifica 2K ed 8K portanti OFDM	E	E	E	E	-	-	
2.3	Decodifica modi non gerarchici	E	E	E	E	-	-	Modulazione, code rate ed intervallo di guardia
2.4	Decodifica costellazioni QPSK, 16 QAM, 64 QAM	E	E	E	E	-	-	
2.5	Decodifica intervalli di guardia 1/4, 1/8, 1/16, 1/32	E	E	E	E	-	-	
2.6	Decodifica FEC 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	E	E	E	E	-	-	
2.7	Decodifica modi gerarchici	O	O	O	O	-	-	
3	Altri front-end DVB							
3.1	Front-end DVB-S (Include tuner e dec. satellite)	-	O	-	O	-	-	Si veda DL 25/7/97,n 307
3.2	Front-end DVB-C (Include tuner e dec. cavo)	-	O	-	O	-	-	Si veda DL 25/7/97,n 307
4	Sezione MTX, Audio, Video							
4.1	De-multiplazione MPEG-TS	E	E	E	E	-	-	Per compatibilità terrestre, satellite e cavo
	Capacità di decodifica minima					60 Mbit/s		
4.2	Decodifica video MPEG-2 MP@ML	E	E	E	E	-	-	
4.3	Segnalazione formato immagine (4/3 e 16/9)	E	E	E	E	-	-	via SCART
4.4	Trast. segnale 16/9 in 4/3 (letter box)	R	R	R	R	-	-	
4.5	Decodifica audio MPEG-1, layer II	E	E	E	E	-	-	
4.6	Display o reinserimento teletext	E	E	E	E	-	-	
4.7	Display o reinserimento sottotitoli teletex	E	E	E	E	-	-	

individuazione dei requisiti del servizio

Num.	Sezione / funzionalità	STB base	STB funz. estese	IDTV base	IDTV funz. estese	Valori essenziali	Valori raccomandati	Note
5	Interfaccia e CA							
5.1	Ingresso RF	E	E	E	E	"	"	
5.2	SCART #1	E	E	E	E	"	"	
5.3	SCART #2	E	E	E	E	"	"	
5.4	Controllo remoto	E	E	E	E	"	"	
5.5	RS 232	E	E	E	E	"	"	per aggiornamenti SW ed eventuale modem esterno
5.6	Audio	E	E	E	E	"	"	
5.7	Decodifica algoritmo scrambl. "embedded"	O	R	R	R	"	"	
5.8	Common Interface #1	O	R	E	E	"	"	obbligatoria per IDTV
5.9	Common Interface #2	O	O	O	O	"	"	
5.10	CAM esterno con card reader	O	O	O	O	"	"	
5.11	Lettore smart card #1	O	R	R	R	"	"	
	frequenza clock minima					3,72 MHz	5 MHz	
5.12	Lettore smart card #2	O	O	O	O	"	"	
5.13	Interfaccia IEEE 1394	"	O	O	O	"	"	
6	Software e controllo							
6.1	Unità di controllo (host)	E	E	E	E	"	"	
6.2	Processore grafico	E	E	E	E	"	"	
6.3	Software residente	E	E	E	E	"	"	tuner, selezione programmi, gestione video, audio, sottotitoli e teletext
6.4	Software di navigatore SI (present-next)	E	E	E	E	"	"	(vedasi funzionalità 4.7 EPG)
6.5	Possibilità boot-load	E	E	E	E	"	"	
6.6	Software di gestione API	"	R	"	R	"	"	sono raccomandati standard aperti
	MHEG							profilo DTG già in uso
	Euro MHEG							profilo DIGITAG definito
7	Altre sezioni							
7.1	Alimentatore	E	E	"	"	"	"	
7.2	Box	E	E	"	"	"	"	
7.3	Modem	"	R	"	R	"	"	
	velocità trasmissione					"	14,4 kbit/s	
7.4	Disco rigido	"	O	"	O	"	"	
	dimensione disco	->2Gbyte						
7.5	Memoria per funzionalità estese	"	R	"	R	"	"	
	dimensione memoria RAM					"	>4MB	
	dimensione memoria flash					"	>4MB	
	dimensione memoria video RAM					"	2MB	

L'obiettivo del presente documento è quello di analizzare le componenti di costo di un set-top-box al fine di stimare il prezzo finale all' utente.
L'analisi economica del SET-TOP-BOX digitale terrestre ha tenuto conto dei seguenti aspetti:

- i vantaggi economici del digitale;
- i benefici del digitale per l'utente;
- la domanda di tecnologia della famiglia italiana;
- la spesa per tecnologie della famiglia italiana;
- la catena del valore;
- l'economicità dei contenuti;
- l'analisi della capacità produttiva;
- gli scenari e le previsioni di mercato

Tale analisi è stata effettuata attraverso un'indagine tra i costruttori e i distributori di STB con il preciso obiettivo di analizzare la relazione tra le prestazioni e i prezzi dei nuovi terminali e di identificare le caratteristiche minime dei set-top-box. In base ai servizi offerti e al comportamento degli utilizzatori, è possibile distinguere due tipologie di set-top-box:

1) **SET-TOP-BOX** di base le cui funzionalità essenziali sono:
- ricezione di programmi digitali in chiaro e teletext;
- presentazione dell'offerta in un insieme (attraverso un "navigator");
- possibilità di scelta del canale per l'utente

2) **SET-TOP-BOX** a funzionalità estese le cui funzionalità sono principalmente:
- accesso alla TV a pagamento;
- EPG, Superteletext;
- compatibilità con i servizi multimediali interattivi (commercio elettronico, home banking);
- compatibilità con altri mezzi (satellite, cavo);
- registrazioni locali di programmi (TV anytime).

1.4 Transizione analogico-digitale

Alla fine degli anni '80 venivano poste le basi per l'introduzione della televisione digitale su tutti gli anelli della catena di diffusione, dalla produzione alla distribuzione dei programmi.
La transizione analogico-digitale coinvolgerà circa 21 milioni di famiglie; i dati di penetrazione delle tecnologie, di fonte Niche Consulting, danno un totale di circa 35 milioni di apparati televisivi (con una media di circa 1,7 apparecchi a famiglia).

Tabella 2

APPARATI/SERVIZI	GIUGNO 1999 %
1° TELEVISORE	96
2° TELEVISORE	51
3° TELEVISORE	13
TELEVIDEO	59
PC	26
1° CELLULARE	53
2° CELLULARE	17
3° CELLULARE	4

L'esperienza maturata nello sviluppo dei servizi digitali di pay-tv ha dimostrato che, nonostante l'impiego generalizzato dello standard DVB, che garantisce piena compatibilità nelle trasmissioni in chiaro, l'introduzione di sistemi di controllo di accesso proprietari (Seca, Irdeto, Viaccess, Nagravision, ecc.), sui canali satellitari e via cavo, ha stabilito di fatto uno stretto legame di dipendenza fra soluzione tecnologica e servizi offerti, favorendo la proliferazione di decodificatori incompatibili che hanno disorientato l'utenza e penalizzato lo sviluppo del mercato.
Gli elementi che caratterizzano questo nuovo scenario si possono così sintetizzare:

- gli operatori pay-tv leader sono sempre più gruppi multinazionali a forte capacità di integrazione verticale (News Corp., Canal+, DirecTV/Hughes, ecc.);
- il ruolo degli operatori di telecomunicazioni

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

assume rilevanza sempre maggiore (France Telecom, Telefonica, BT, ecc.);
• i fornitori di contenuti assumono importanza crescente, a causa dell'aumento del costo per l'acquisizione dei diritti (film, sport, ecc.).
• viene premiata la capacità di stringere alleanze internazionali e trasversali.
È prevedibile che il periodo di transizione dalla TV analogica alla TV digitale costituirà una delle fasi più critiche del processo di introduzione della tecnologia numerica.
Il nuovo servizio dovrà essere allocato nelle bande VHF/UHF esistenti, dove un elevato numero di servizi analogici ha portato a una situazione prossima alla saturazione. I problemi relativi alla transizione saranno comunque affrontati da un apposito gruppo, il cui obiettivo sarà quello di suggerire il più velocemente possibile le specifiche di detta transizione. La durata del periodo di transizione dipende, in ultima istanza, dalla velocità con cui i ricevitori digitali si diffondono nel mercato consumer.

2. IL MERCATO DIGITALE

2.1 La domanda di tecnologia della famiglia italiana

Alcune considerazioni sul grado di penetrazione degli apparati tecnologici e sul loro utilizzo nelle case degli italiani possono aiutare a definire il grado di interesse dell'utenza nei confronti della nuova tecnologia digitale. I dati forniti in questo capitolo sono tratti da una serie di indagini svolte dalla Niche Consulting dal 1995 al 1998 . Il confronto dei valori assunti nel corso degli anni è utile per valutare l'evoluzione tecnologica delle famiglie.

Tabella 3

1995	1997	1998	Δ '98/'95		
Audio/Video					
Impianto HI-FI		45,3%		45,6%	0,6%
VCR		57%	59%	65,9%	11,5%
Abbonamento Tele+		4%	4,3%	5,5%	36%
TV satellite		2,1%	5,9%	8%	376%
Telecomunicazioni					
Cordless		14,4%		20,3%	40,9%
Segreteria telefonica		11,6%	16,7%	18%	55,2%
Seconda linea telefonica		1,2%		1,9%	58,3%
FAX	1,8%	3,7%	5,3%	294%	
Cellulare		6,9%	25,4%	40%	579%
Informatica					
PC		13,6%	23%	24%	74%
Modem		1,6%	5,6%	6,7%	318%
Lettore CD-ROM		1,7%	11,2%	14,5%	853%
Videogiochi		14,7%	8,4%		

Dai risultati dell'analisi è possibile stilare una classifica delle famiglie italiane basata sulla loro dotazione tecnologica e sul loro interesse per le nuove tecnologie. Per semplicità di consultazione i dati sono stati raccolti in tabella:

Multimediale	**14% (11%)**	Caratterizzata da una fase di rincorsa tecnologica Dotata di tecnologie multimediali per poter svolgere a domicilio parte del proprio lavoro o attività ulteriori (FAX, PC, modem, Internet, telefono cellulare, ecc.) Il trasferimento del lavoro a casa riduce l'interesse per tutte le tecnologie finalizzate a creare a domicilio occasioni di svago e spettacolo (TV, pay TV, antenna satellite, ecc.). Si diverte fuori casa.
Tecnologicamente avanzata	**22% (19%)**	Dotata di tecnologie quali il telefono cellulare, il VCR ed il PC. Spesso e volentieri sono i figli adulti presenti in famiglia a indirizzare i genitori verso questo "aggiornamento tecnologico" Potenzialmente aperta alle nuove tecnologie.
Tecnologia di base	**20% (23%)**	Denuncia ancora un ritardo tecnologico, ma potrebbe cambiare le abitudini nel prossimo futuro Disponibile a utilizzare versioni semplificate di nuove tecnologie e nuovi media. Tecnologia elementare
Tecnologia elementare	**44% (47%)**	Ferma alle tecnologie elementari (TV, frigorifero, lavatrice, telefono fisso). Tra queste "famiglie senza tecnologia" vi sono i nuclei con un solo componente, spesso anziano e con bassa istruzione. Chiusa verso nuove tecnologie e nuovi media.

La tabella che segue fornisce indicazioni sull'indice di penetrazione di alcuni servizi tecnologici nei segmenti a diversa fascia di reddito in cui può essere suddivisa la popolazione italiana. I dati sono tratti da un'indagine pubblicata dall'Eurisko nel novembre 1998 e confermano la maggior attenzione delle classi a medio reddito rispetto agli altri segmenti verso questi nuovi sistemi.

Tabella 5

	CLASSE DI REDDITO (II)					
	Totale	basso	medio basso	medio	medio alto	alto
Totale campioni	46.819.000 100,0%	4.558.621 9,7%	11.991.350 26,6%	19.009.900 40,6%	6.516.131 13,9%	4.742.992 10,1%
Antenna parabolica	2.114.583 4,5%	124.344 5,9%	373.735 17,7%	992.087 46,9%	308.103 14,6%	316.314 15,0%
PC	10.748.420 23,0%	618.668 5,8%	2.231.776 20,8%	4.947.352 46,0%	1.702.462 15,8%	1.248.169 11,6%
D+ satellite	199.943 0,4	17.971 9,0%	13.104 6,6%	102.827 51,4%	22.822 11,4%	43.219 21,6%
Telepiù terrestre	1.362.840 70,1%	136.867 10,0%	216.504 15,9%	613.665 45,0%	191.559 14,1%	204.245 15,0
Video registratore	32.822.860 70,1%	2.876.746 8,8%	8.255584 25,2%	13.502.850 41,1%	4.810.044 14,7	3.377.631 10,3%
Internet	1.110.540 2,4%	22.540 2,0%	168.931 15,2	536.630 48,3%	210.984 19,0%	171.456 15,4

(i) percentuali relative al totale assoluto dei campioni; (ii) percentuali relative al totale dei campioni che godono del servizio

2.2 La spesa per tecnologia della famiglia italiana

Nella tabella qui di seguito riportata, sono indicati, in ordine decrescente, i valori annuali delle spese sostenute dai nuclei familiari italiani per questo scopo (dati relativi al 1998).
L'analisi ha confermato il crescente interesseper le telecomunicazioni mobili e l'informatica, a scapito della stampa e della televisione. Le conclusioni dell'indagine sono riassumibili in questi punti:

- la domanda si concentra su tecnologie e servizi a forte tasso di innovazione;
- il modulo tecnologico dominante sul mercato residenziale è l'uso congiunto di informatica e di telefonia mobile;
- nel 1998 la spesa per telecomunicazioni ha superato la spesa per elettricità;
- nel 1998 la spesa per telecomunicazioni mobili ha superato, in alcuni segmenti, la spesa per telecomunicazioni su linea fissa;
- nel 1997 la spesa per informatica ha superato la spesa per l'acquisto di quotidiani e settimanali;
- nel 1999 la spesa per il video discrezionale supererà la spesa per la televisione generalista.

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

Tabella 6

	Spesa annua per famiglia	%
Elettricità	1.363.000 Lit.	28,8%
Telefonia fissa	959.000 Lit.	20,3%
Telefonia mobile	643.000 Lit.	13,6%
Informatica	525.000 Lit.	11,1%
Stampa	430.000 Lit.	9,1%
Televisione	414.000 Lit.	8,8%
Video discrezionale	388.000 Lit.	8,2%
Totale	4.720.000 Lit.	100%

Tabella 7

Spesa delle famiglie per apparecchi audiovisivi e servizi ricreativi

	1990	91	92	93	94	95	96
Apparecchi radio/TV Articoli ricreativi	33.116	35.94	37.364	36.801	39.858	41.866	43.203
Spettacoli ed altri servizi ricreativi e culturali	20.216	21.635	24.272	25.813	26.403	28.862	30.213
Totale spesa	53.332	57.584	61.636	62.614	66.261	70.728	73.416

Fonte ISTAT, valori in miliardi di lire correnti

3. TERMINALE DI RICEZIONE

3.1. La catena del valore

L'analisi della catena del valore, per i produttori di beni di elettronica di consumo, evidenzia come principale voce quella di costo relativa ai componenti come circuiti integrati e strumentazione. La tendenza decrescente dei prezzi medi dei componenti segue di pari passo la diminuzione dei prezzi di vendita dei prodotti finiti.
Il peso del costo del lavoro, che pure ha un'incidenza significativa, viene mantenuto stabile da misure di ottimizzazione dei fattori di produzione.

Tabella 8

Struttura media di fatturato di produttori ed importatori, in percentuale

	Produttori	Importatori
TOTALE	100	100
Consumi di esercizio	69	75
Altri costi esterni	13	13
Valore aggiunto	18	12
Costo del lavoro	13	6
	Produttori	Importatori
TOTALE	100	100
Consumi di esercizio	69	75
Altri costi esterni	13	13
Valore aggiunto	18	12
Costo del lavoro	13	6
Ammortamenti	3	1
Reddito operativo	2	5

Fonte: Databank

Tabella 9

Sensitività della catena del valore rispetto ai volumi

	200 k pezzi	300 k pezzi	500 k pezzi	1.000 k pezzi
Acquisti	53%	52%	50%	48%
Costo del lavoro	19%	13%	8%	8%
Ammortamento impianti	1%	1%	1%	3%
Altri costi di produzione/R&D	4%	3.5%	3%	2%
G&A	1.5%	1.5%	1%	1%
Advertising	7%	7%	5.5%	4.5%
Logistica/Distribuzione	1%	1%	1%	1%
Gestione finanziaria	1%	1%	1%	1%
Reddito operativo	-14%	-7%	2.5%	4.5%
Margine del grossista	8%	8%	8%	8%
Margine di distribuzione	19%	19%	19%	19%
TOTALE	100%	100%	100%	100%

Esempio di struttura del costo di produzione di un set-top-box per la televisione via satellite
La tabella sottostante riporta un'ipotesi di ripartizione del percentuale del costo nelle sue componenti variabili/fisse e dirette/indirette. Come si può vedere il peso dei materiali è e rimarrà preponderante, considerando che sebbene ci si attenda una riduzione generalizzata del costo della componentistica di base, le prestazioni aggiuntive richiederanno maggiori costi in termini di memoria e capacità elaborativa.

Tabella 10

VOCE	2000 Peso%	2002 Peso%
Costo totale	100.0	100.0
Costi diretti variabili (*)	89.9	90.4
Materiali	71.6	71.5
Manodopera	13.4	13.4
Spedizione	0.1	0.1
Handling & Overcost	0.8	0.9
Royalties	4.5	4.5
Costi indiretti (**)	9.4	9.0
R&D	5.2	4.9
Commerciale	3.6	3.5
G&A	0.6	0.6
Ammortamenti per investimenti (**)	0.7	0.7
Impianti di produzione	0.2	0.2
R&D	0.4	0.4
Commerciale	0.1	0.1

(*) i costi diretti fissi sono stati distribuiti su manodopera, Handling & overcost.
(**) ipotizzando volumi pari a 500 k nel 2000 e 1,000 k nel 2002.

3.2 Struttura distributiva

Il 75-85% dei set-top-box satellitari destinati alla ricezione dei programmi a pagamento è a noleggio; per il set-top-box digitale terrestre, invece, è ipotizzabile un modello distributivo retail, tipico dei prodotti di elettronica di consumo. Da un'analisi effettuata sui distributori è emersa la distinzione tra due diverse tipologie di distribuzione:

- **Costruttore-Grossista-Installatore-Utente**: destinata, in primo luogo, all'utente che richiede interventi di installazione. Frequente nel caso di televisione digitale via satellite e prevedibilmente significativa (circa 20%, come nel caso inglese) anche nel caso di televisione terrestre.

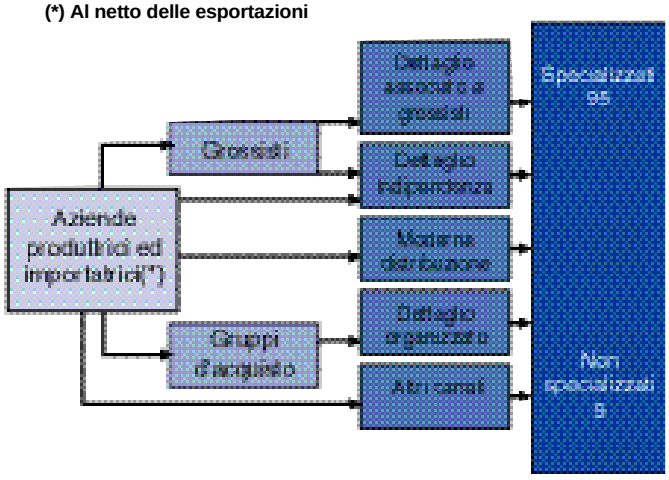
- **Costruttore-Grande distribuzione-Utente**: è rivolta all'utenza con una competenza tecnologica di base.

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

La struttura distributiva mercato retail

All'interno del settore, le diverse formule distributive si caratterizzano per le differenti scelte relative all'assortimento, al personale, alla superficie e alla localizzazione del punto vendita.
Ciò rende possibile individuare i seguenti tipi di esercizi:
• Grandi superfici specializzate: sono punti di vendita a libero servizio di elevate dimensioni, generalmente ubicati in aree periferiche e lungo importanti vie di transito. L'assortimento merceologico è orientato a soddisfare precise esigenze del consumatore.
In questa tipologia rientra anche il Megastore, formula innovativa di importazione straniera, che si sta rivelando particolarmente adatta alla vendita di prodotti specifici quali dischi, videocassette, libri e articoli sportivi.
La localizzazione privilegia i grandi centri abitativi e i centri commerciali.
• Grandi superfici non specializzate: sono strutture di vendita di dimensioni medio-grandi, con una vendita self-service ed un'offerta non specializzata. Localizzate specialmente nei centri storici e in zone periferiche, stanno cominciando a inserirsi anche nei centri commerciali.
• Negozio tradizionale specializzato: è la formula distributiva tipica degli operatori aderenti ai gruppi d'acquisto presenti soprattutto nei settori degli elettrodomestici e del tessile.
• Mercatoni: sono punti vendita organizzati a catena, caratterizzati da superfici di vendita elevate (5.000-8.000 mq.), preposti alla commercializzazione di prodotti generalmente dell'area casa (elettrodomestici, arredamento, accessori, ecc.) e abbigliamento. Tale formula si differenzia dalle grandi superfici per un minor grado di specializzazione oltre che per il ricorso a politiche di discount (prodotti di primo prezzo), lay-out espositivo ridotto all'essenziale, vendita a libero servizio, assortimento poco profondo e relativamente ampio.
Le politiche di localizzazione privilegiano le zone periferiche di densità abitativa medio-alta, situate lungo le grandi arterie di transito.
• Centri commerciali: non costituiscono formule di vendita in senso stretto, ma piuttosto scelte nuove, la cui diffusione è frutto delle modifiche subite dalle città e in particolare della minore disponibilità di spazi all'interno dei centri urbani.
I centri commerciali possono essere definiti come un complesso di attività commerciali, paracommerciali, artigianali e di servizi sviluppati e gestiti in modo unitario.
Nell'ultimo biennio il numero di nuove aperture annuali è fortemente diminuito, ma si è assistito alla crescita delle dimensioni medie dei centri.

(*) Al netto delle esportazioni



Il prospetto che segue raffigura la struttura distributiva del mercato dell'elettronica di consumo con le percentuali della ripartizione sui vari canali.

3.2.1. Set-top-box satellitare: la struttura distributiva del mercato retail

Oltre a essere commercializzata negli esercizi sopra elencati, la nuova gamma di prodotti introdotta sul mercato con l'avvio della tv digitale via satellite (in particolare set-top-box e apparati per la realizzazione di impianti di ricezione), può essere venduta anche presso:

1) il negozio specializzato in prodotti satellitari: costituisce una formula innovativa ancora poco diffusa, ma destinata a espandersi.
I punti di forza di questo canale sono tre:
- l'ampiezza dell'offerta, comprendente anche gli accessori e gli impianti di ricezione (forte collegamento con il mondo dell'installazione);
- l'assistenza post-vendita;
- la vendita complementare di abbonamenti.

2) l'installatore: si tratta dell'unico soggetto attualmente in grado di assistere il cliente in tutte le fasi dell'acquisto. Il suo ruolo è tanto più importante negli impianti centralizzati; in tal caso, oltre a provvedere alle installazioni degli apparati d'antenna condominiali, è anche il fornitore di set-top box.
Dell'universo degli installatori fanno parte oltre 14,000 operatori, dei quali circa 4,000 hanno seguito corsi di alta specializzazione professionale. L'importanza del canale si riassume in alcune stime che evidenziano come la quota di terminali facenti parte di grandi impianti centralizzati passerà dall'attuale 8% ad oltre il 40% nel 2005.

Occorre rilevare che attualmente i tre quarti del mercato retail dei set-top-box è appannaggio delle categorie "specializzate": negozi di impianti satellitari, grossisti e distributori. L'importanza di questi canali, pur attenuandosi nel tempo, permarrà ancora per alcuni anni.
Il prospetto sottostante mostra come il prezzo finale all'utente subisca una maggiorazione del 50% (+ Iva al 20%) rispetto al prezzo applicato dal produttore al distributore. All'interno della struttura distributiva vi possono essere altri intermediari, tra i quali viene ripartita la spesa.

Tabella 11

	2000 struttura	2000 ricarico	2000 struttura	2000 ricarico
Costo al distributore (dal produttore)	**100**	**10-15%**	**100**	**10-15%**
Costo al grossista (dal distributore)	**110-115**	**15-18%**	**(*)**	
Costo al dettagliante/Antennista	**126-138**	**13-18%**	**110-115**	**16-18%**
Prezzo (Iva 20% esclusa)	**143-160**	**20%**	**128-136**	**20%**
Prezzo di vendita (Iva 20% inclusa)	**171-192**		**153-163**	

(*) A partire dal 2001 le vendite si effettueranno sempre più nelle Grandi superfici specializzate con conseguente "salto" di un anello della catena distributiva.

3.2.2 Set-top-box terrestre: la struttura distributiva mercato retail

Il nuovo set-top box terrestre sarà "di basso profilo" ("zapping machine") e sarà venduto principalmente nelle Grandi superfici specializzate; il guadagno, per l'installatore, deriverà essenzialmente dalla prestazione d'opera fornita nei condomini dove saranno richieste attività di miglioramento per la ricezione dei canali digitali terrestri.
Il prospetto sottostante mostra indicativamente come il prezzo finale all'utente – al netto di Iva - subisca una maggiorazione del 30%, rispetto al prezzo applicato dal produttore al distributore. Il minor ricarico sull'uten-

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

te, inferiore del 20% rispetto a quello del set-top-box satellitare, è dovuto principalmente al più basso livello tecnologico dell'apparato (ricevitore base).

Tabella 12

	2002 struttura	2002 ricarico
Costo al distributore (dal produttore)	100	10-12%
Costo all'esercizio (Grande superficie specializzata)	110-115	15-18%
Prezzo (Iva 20% esclusa)	126-132	20%
Prezzo di vendita (Iva 20% inclusa)	152-159	

Il mercato dei ricevitori in locazione: ipotesi di costo per gli operatori

Come accennato in precedenza, il modello distributivo più diffuso per il set-top-box satellitare è il noleggio. Si tratta di una scelta commerciale che incide in misura rilevante sull'operatore, che deve puntare a valori di break-even sempre più "ravvicinati". Considerando il flusso finanziario medio di un operatore, il break-even viene raggiunto ogni 4-5 anni.

3.3 Stime di costo dei set-top-box

Per poter usufruire dei servizi di televisione digitale, oltre che di un antenna parabolica, l'utente dovrà dotarsi di un set-top-box per la decodifica dei segnali digitali. Si tratta dell'investimento più consistente, rappresentato da una scatola "esterna" ai televisori analogici o incorporata ai televisori digitali di nuova concezione (IDTV), attualmente in vendita al costo di circa 3.000.000 di lire.
In una politica di diffusione della TV digitale terrestre, il prezzo del set-top-box è un fattore determinante. Esso deve infatti essere competitivo con i prezzi applicati ai decoder per la TV via satellite o via cavo. Purtroppo, la tecnologia di un ricevitore terrestre è più complessa, per cui il relativo costo, a parità di caratteristiche, non potrà, almeno all'inizio, essere inferiore a quello degli altri decoder.
Oltre a soddisfare le esigenze del mercato nazionale, le caratteristiche di un decoder digitale terrestre dovrebbero tener conto delle necessità del mercato europeo. Ciò favorirebbe l'esportazione all'estero e garantirebbe al consumatore italiano tutti i vantaggi di maggiori economie di scala.

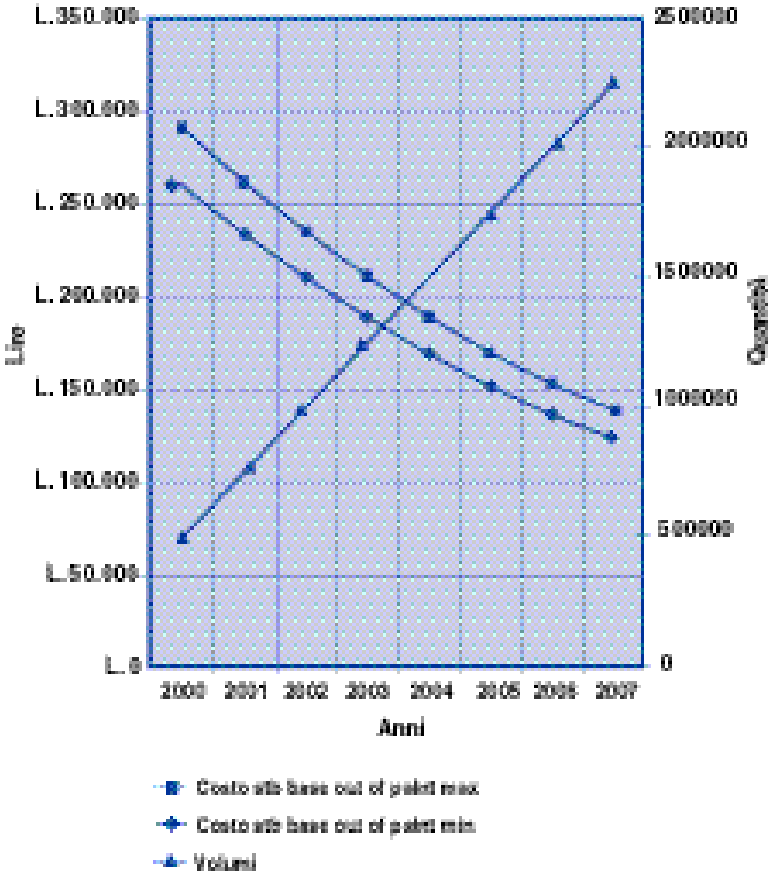
Gli standard promossi dal DVB sono nati come standard market driven, a testimonianza del fatto che il Consorzio DVB, che ha posto le basi per l'introduzione della nuova TV digitale, ha ritenuto strategico definire anzitutto i requisiti commerciali dei nuovi servizi.

L'avvio delle trasmissioni digitali nel Regno Unito ha confermato la bontà delle scelte operate dal DVB e ha evidenziato l'importanza di un terminale di ricezione flessibile, in grado di adattarsi alle caratteristiche del servizio, sia esso free o pay, e alle richieste degli utenti segmentate in fasce diverse (acquisto/noleggio), in funzione della capacità di spesa e della familiarità con l'informatica e la tecnologia digitale.

Costo STB Base (out of plant)

- **Costo di produzione al 2000: Lire 260.000/290.000**
- **Costo di produzione al 2002: Lire 235.000/210.000**
- **Costo di produzione al 2007: Lire 140.000/125.000**
- **Decrescita annua del 10%**
- **Volumi previsti per costruttore nel 2000 (base europea): 100.000/500.000 di unità**
- **Volumi previsti per costruttore nel 2002 (base europea) 500.000/2.000.000 di unità**

Figura 3 Costo volumi out of plant



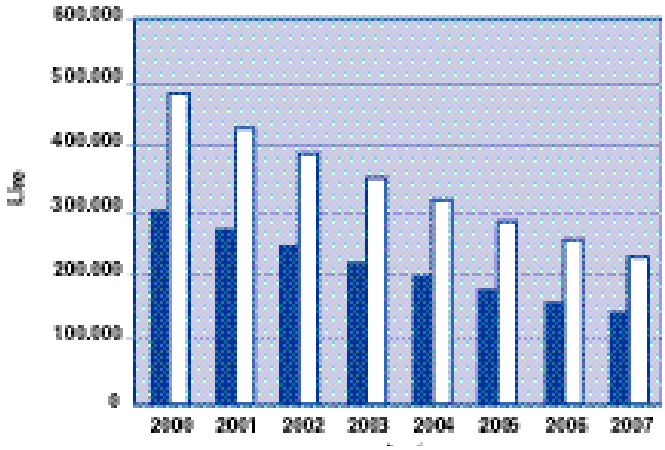
La figura sopra riportata mostra chiaramente una stima di costo (min. e max.) tra 260.000 e 290.000 lire. Tale stima è condizionata dal numero di set-top-box commercializzati (pure evidenziati in figura).

Prezzo set-top-box base

Prezzo di vendita al pubblico nel 2000	**Lire 420.000/470.000**	**(IVA inclusa al 20%)**
Prezzo di vendita al pubblico nel 2002	**Lire 340.000/380.000**	**(IVA inclusa al 20%)**
Prezzo di vendita al pubblico nel 2007	**Lire 200.000/230.000**	**(IVA inclusa al 20%)**
Economie di scala nell'ordine del 10% annuo (anno 2000-2005).		
Volumi previsti per costruttore nel 2000 (base europea)	**100.000/500.000 di unità**	
Volumi previsti per costruttore nel 2002 (base europea)	**500.000/2.000.000 di unità**	

Analisi tecnico economica del ricevitore-decodificatore integrato (IRD) digitale

Fig.3 Prezzo STB IVA inclusa



Prezzo set-top-box con funzionalità estese

• il set-top-box a funzionalità estese, rispetto a quello base, evidenzia un costo di produzione tra 350 mila e 700 mila lire;
• sarà possibile realizzare economie di scala dell'ordine del 10% annuo (anno 2000-2005);
• i set-top-box con funzionalità estese offriranno prestazioni crescenti e l'economia di scala si tradurrà soprattutto nello sviluppo di applicazioni finalizzate al commercio elettronico, all'interattività, anche di basso livello (Teletext avanzato con memorizzazione locale di molte pagine anche con grafica evoluta) , ai servizi di PAY-TV e PPV, e al potenziamento delle capacità di memorizzazione locale dei programmi.

Le funzioni raccomandate e/o opzionali sono essenzialmente:
• accesso alla TV a pagamento;
• EPG, superteletext;
• interattività locale, commercio elettronico, home banking, via di ritorno;
• compatibilità con altri mezzi (es. satelliti, cavo anche condominiale);
• registrazioni locali di programmi (TV anytime).
Tali funzionalità verranno implementate dai costruttori secondo soluzioni originali.

Nella tabella di seguito riportata sono indicati i costi di massima delle singole funzionalità estese, non essendo possibile indicare il costo complessivo.
Le stime proposte hanno validità nel breve periodo (2000-2002), ma possono subire riduzioni limitate nel tempo data la personalizzazione dei modelli nell'ambito di un mercato europeo.

Tabella 13

Conditional Access	30.000 ÷ 200.000
Servizi interattivi (modem)	10.000 ÷ 25.000
Compatibilità front-end	30.000 ÷ 35.000
Registrazione locale	150.000 ÷ 200.000

Entrambi i tipi di set-top-box devono comunque avere un prezzo contenuto, poiché la spesa che il cliente deve ssotenere, rappresenta il principale vincolo alla rapida diffusione del servizio TV digitale terrestre (DVB-T), insieme alla limitata offerta televisiva da parte degli operatori,.
I costruttori considerano altresì un vantaggio competitivo la diversificazione dei modelli soprattutto nelle funzioni/prestazioni che si basano sulla varietà delle interfacce oltre che sulla capacità di memoria.

Conclusioni

3.4 CONCLUSIONI

Gli studi condotti hanno evidenziato che un'ampia offerta di set-top-box costituisce la condicio sine qua non del successo del DVB-T.

Per i consumatori sono fattori determinanti:

- il prezzo del set-top-box e il servizio offerto;
- la semplicità d'uso;
- l'eventuale utilizzo di un unico telecomando in grado di controllare i diversi apparati elettronici.

I costruttori di decoder ritengono che, per i due diversi tipi di set-top-box, i prezzi potranno divergere anche in modo consistente:

- **Il set-top-box** base offrirà **prestazioni costanti** e l'economia di scala determinerà una riduzione nei costi di produzione e nei prezzi per l'utente. La riduzione è stimabile in circa il 10% annuo (15% annue per l'IDTV) almeno per i prossimi 5 anni a partire dal 2000. (La dinamica dei prezzi si rifarebbe al "modello telefono cellulare").

- Il **set-top-box a funzionalità estese** offrirà **prestazioni crescenti** e l'economia di scala si tradurrà soprattutto nello sviluppo di applicazioni di commercio elettronico, nel potenziamento dell'interattività anche di basso livello (Teletext avanzato con memorizzazione locale di molte pagine anche con grafica evoluta), nell'implementazione dei servizi di pay tv e pay per view e nel potenziamento delle capacità di memorizzazione locale dei programmi. (dinamica di prezzo "modello pc")

Poiché i costruttori di decoder ragionano prevalentemente in termini di mercato europeo, ogni modifica apportata agli apparati destinati ai consumatori italiani, che in qualche caso è indispensabile (per motivi di banda VHF o UHF, per esempio), può avere conseguenze sostanziali sui costi perché riduce l'economia di scala .
Alcuni costruttori ritengono inoltre che non sia economicamente vantaggioso effettuare la progettazione e l'housing a prezzi contenuti per volumi di commercializzazione inferiore a 100.000 unità/anno. Nel corso dell'analisi condotta, è emerso che la fascia di utenza più sensibile alle nuove tecnologie (l'informatica e le telecomunicazioni mobili) e, quindi, più propensa all'acquisto, è quella definita "famiglia multimediale", posizionata nella fascia media di reddito.
Le ricerche hanno evidenziato inoltre che la possibilità di accedere agli altri segmenti di popolazione è legata, per la tv digitale terrestre, a due requisiti essenziali del ricevitore d'utente : la semplicità di utilizzo e un prezzo di vendita il più contenuto possibile.
Nell'analisi dei costi per l'utenza, il numero delle variabili in gioco rende difficile fornire dei numeri precisi; si è tentato di individuare delle utenze "tipiche" e per queste sono stati riportati i costi medi, a valori attuali, del passaggio al digitale.

In particolare, si è distinto l'utente singolo (abitazione mono-familiare) dall'utenza collettiva (edifici dotati di impianto SmaTv), il servizio gratuito dal servizio pay, la tv digitale terrestre da quella satellitare. Le voci che formano la spesa totale per l'utente sono "di impianto" (da realizzare nuovo o comunque da "bonificare"), per apparati (ricevitore) e per l'eventuale abbonamento.
Il costo orientativo del decoder, così come risulta dalle indagini di mercato condotte, è di circa 400 mila lire.
Per l'utente è ipotizzabile inoltre la riduzione dell'aliquota IVA (attualmente al 20%) o un contributo/sovvenzione per l'acquisto del set-top-box. Un opportuno mix dei due provvedimenti fiscali potrebbe incentivare un mercato che deve crescere, vista l'evoluzione in corso, soprattutto nel ramo software.

Bibliografia

DVB A 011
Common scrambling algorithm. DVB Blue Book A011.
DVB TM 1631
Guidelines for the use of DVB-SIS specification network independent. Protocols for interactive services. Draft D Internal Document of the Technical Module of the European DVB Project TM 1631 rev. 1.
DVB TM 1659
Draft specification for data broadcasting in Digital Video Broadcasting (DVB) systems. Internal document of the technical module ™ of the European DVB Project TM 1659.
EN 50 049-1
Domestic and similar electronic equipment interconnection requirements: peritelevision connector
EN 50 083-9
Interfaces for CATV/SMATV headends and similar professional equipment.
prEN 50 201
Interfaces for DVB-IRD. Proposed European Norm
EN 50 221
Common interface for conditional access and other digital video broadcasting decoder applications.
prEN 61 319-1(DiSEqC)
Interconnections of satellite receiving equipment. Part 1: Europe.
EN 300 744
Digital broadcasting systems for television: sound and data services. Framing structure channel coding and modulation for Digital Terrestrial Television (DTT).
ETR 154
Digital Video Broadcasting (DVB): implementation guidelines for the use of MPEG-2 systems video and audio in satellite cable and terrestrial broadcasting applications. ETSI.
ETR 162
Digital broadcasting systems for television: sound and data services. Allocation of Service Information (SI) codes for Digital Video Broadcasting (DVB) systems. ETSI.
ETR 211
Digital broadcasting systems for television: sound and data services. Guidelines on the implementation and usage of DVB service information. ETSI
ETR 289
Digital Video Broadcasting (DVB): support for use of scrambling and conditional access within digital broadcasting systems. ETSI.
ETR 290
Digital Video Broadcasting (DVB): measurement guidelines for DVB systems. ETSI. NorDig 1.2
ETS 300 421
Digital Video Broadcasting (DVB): digital broadcasting systems for televisionsound and data services. Framing structure channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services. ETSI.
ETS 300 429
Digital Video Broadcasting (DVB): digital broadcasting systems for television sound and data services. Framing structure, channel coding and modulation for cable systems. ETSI.
ETS 300 468
Digital Video Broadcasting (DVB): digital broadcasting systems for television sound and data services: specification for Service Information (SI) in Digital Video Broadcasting (DVB) systems (Edition 2). ETSI.
ETS 300 472
Digital Video Broadcasting (DVB): Digital Broadcasting Systems for Television Sound and Data Services; Specification for Conveying ITU-R System B Teletext in Digital Video Broadcasting (DVB) Bitstreams. European Telecommunications Standards Institute ETSI.
ETS 300 743
Digital Video Broadcasting (DVB): DVB Subtitling Systems. European Telecommunications Standards Institute ETSI 20 ETS 300 744 Digital Video Broadcasting (DVB); DVB Framing structure channel coding and modulation for digital terrestrial television. European Telecommunications Standards Institute
ETSI.
prETS 300 800
Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Cable TV distribution systems(CATV) European Telecommunications Standards Institute ETSI.
ETS 300 801
Digital Video Broadcasting (DVB); DVB interaction channel through the Public Switched Telecommunications Network (PSTN)/Integrated Services Digital Network (ISDN). European Telecommunications Standards Institute ETSI.
prETS 300 802
Digital Video Broadcasting (DVB); Network Independent Protocols for DVB Interactive Services. European Telecommunications Standards Institute ETSI.
IEC 48B(Sec)316
Detail specification for circular connectors for low frequency audio applications such as audio and associated sound equipment (Cinch)
IEC 169-2
part 2: Radio Frequency (RF) connectors
Part 2: RF coaxial matched connectors
IEC 1883
Digital Interface for Consumer Electronic Audio/Video equipment Draft V2.1 standards for A/V interface over IEEE 1394
IEEE 1394
Standard for a high performance serial bus
(IEEE1 Standard 1394-1995)
ISO 13818 - 1
Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information. Part 1: Systems. ISO/IEC International Standard IS 13818. NorDig 1.2
ISO 13818 - 2
Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information. Part 2: Video. ISO/IEC International Standard IS 13818.
ISO 13818 - 3
Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information. Part 3: Audio. ISO/IEC International Standard IS 13818.
ISO 13818 - 6
Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information. Part 6: Extension for Digital Storage Media Command and Control. ISO/IEC International Standard IS 13818.
ISO/IEC 13522-5
Information Technology - Coding of multimedia and hypermedia information-Part 5: Support for base-level applications.
ISO 7816
1-3 Identification cards - Integrated circuit cards with contacts Parts 1-3. ISO/IEC International Standard IS 7816.
ITU/R Report 624-4
Characteristics of Television Systems
ITU/T-V32bis
V32bis modem
ITU/T-V42
V42 modem
PCMCIAPCMCIA
PC Card Standard release 2.1. Personal Computer Memory Card International Association

Appendice IV

Lo sviluppo della DTT in Europa e nel mondo

Scenari di transizione al digitale

PREMESSA

Lo scopo di questo capitolo è di analizzare alcuni possibili scenari di transizione dalla situazione attuale a una situazione nella quale lo spettro venga totalmente utilizzato per le trasmissioni digitali. Per scenario di transizione intendiamo un processo che, in modo non traumatico e nel rispetto delle esigenze dei broadcaster e degli utenti, trasformi l'attuale assetto dell'emittenza televisiva in un nuovo assetto basato sulla tecnologia digitale. Elementi fondamentali del processo di transizione, in tutti i possibili scenari, sono:

- la conoscenza della situazione attuale (localizzazione e caratteristiche dei trasmettitori attualmente utilizzati);
- la convergenza verso una situazione interamente regolata dal Piano digitale, che garantisca la massima utilizzazione la risorsa spettrale;
- la compatibilità delle eventuali configurazioni intermedie con il Piano digitale;
- la limitazione dei disagi per l'utenza;
- la definizione di garanzie di equa ripartizione dei disagi e di non discriminazione all'accesso per i broadcaster.

IL PIANO DIGITALE

La struttura e la proprietà delle reti studiata nel Gruppo B consente di definire agevolmente una partizione ottimale dello spettro in reti nazionali, regionali e locali. Tale partizione ottimale (che diremo **Piano Digitale**) può essere effettuata tenendo conto dell'equilibrio necessario tra reti nazionali e reti regionali e dell'obiettivo di ottimizzare l'uso dello spettro e di massimizzare il numero e la qualità dei programmi irradiabili.

Il lavoro del Gruppo B può essere anche utilizzato per definire la partizione ottimale di una porzione limitata dello spettro (come ad esempio i 4 canali destinati alle trasmissioni digitali dal PNAF) o di una collezione di insiemi di frequenze disponibili in ogni sito.

In questo paragrafo sono illustrate alcune delle possibili configurazioni del Piano digitale a regime e le possibili modalità di utilizzo dei 4 canali destinati alle trasmissioni digitali dal PNAF.

Il Piano digitale: risorse disponibili a regime

Il documento finale del Gruppo B descrive alcune tipologie di rete a coperura nazionale caratterizzate da un diverso utilizzo della risorsa spettrale (reti a Singola Frequenza SFN, reti k-SFN, reti Multi-frequenza) e da altri tipi di servizio. Le conclusioni del Gruppo B possono essere così riassunte:

Ipotesi di base:

A. Tutte le reti considerate sono reti a copertura nazionale, ovvero definiscono i siti e le frequenze necessarie a coprire l'intero territorio nazionale. Infatti, è noto che l'effetto della modifica delle caratteristiche radioelettriche dei trasmettitori (siting) e dell'assegnazione delle frequenze ai siti deve essere simultaneamente verificato sull'intera rete nazionale.

B. Una rete a copertura nazionale può essere decomponibile in reti regionali o locali ovvero non decomponibile.

- Una rete nazionale si dice decomponibile in reti regionali se trasmettitori appartenenti a regioni diverse ed operanti alla stessa frequenza possono essere considerati interferenti senza che ciò provochi una drastica riduzione del servizio previsto. Questo implica, evidentemente, che trasmettitori appartenenti a regioni diverse possono trasmettere programmi diversi. In altre parole, una rete decomponibile in reti regionali può essere suddivisa in 21 diverse reti a servizio regionale. È importante anche osservare

che una rete decomponibile a livello regionale può godere, localmente, di tutti i vantaggi offerti dalla composizione dei segnali utili nelle reti SFN.

• Una rete nazionale si dice decomponibile in reti locali (o di bacino) se è possibile considerare interferenti tutti i trasmettitori che operano alla stessa frequenza senza provocare una drastica riduzione del servizio previsto. In una rete nazionale decomponibile in reti locali si può ipotizzare che in ogni bacino venga irradiato un programma diverso. Evidentemente, una rete decomponibile a livello di bacino può essere suddivisa in reti provinciali (aggregando più bacini) o regionali.

• Una rete nazionale si dice non decomponibile se la sua decomposizione in sotto-reti regionali o locali provoca una drastica riduzione del servizio previsto. Questo è quanto accade alle reti SFN a copertura nazionale. In tali reti, infatti, l'utilizzo della stessa frequenza per programmi diversi in regioni adiacenti provoca, come è logico attendersi, un drastico degrado del servizio.

1. Le reti nazionali SFN garantiscono la massimizzazione dello sfruttamento della risorsa spettrale (ovvero la massimizzazione del numero di programmi a parità di frequenze utilizzate), ma non sono decomponibili a livello regionale o locale.

2. Le reti MFN (Multi Frequency Network) sono reti nazionali decomponibili a livello di bacino e possono essere decomposte in reti regionali e provinciali a fronte di una peggiore utilizzazione della risorsa spettrale (ciascuna rete MFN utilizza un minimo di 4 frequenze).

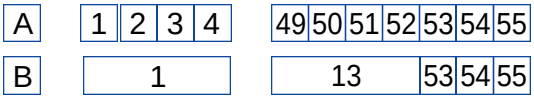
3. Le reti 2-SFN e 3-SFN (ovvero reti MFN a 2 o 3 frequenze con estensioni realizzate attraverso SFN locali) offrono il miglior compromesso tra l'efficienza nell'utilizzo dello spettro e l'esigenza di assicurare una flessibilità regionale e provinciale. Infatti, tali reti sono decomponibili a livello regionale e sub-regionale anche grazie all'uso locale di sotto-reti SFN.

Le precedenti osservazioni hanno come immediata implicazione che la struttura del Piano digitale potrà essere definita solo dopo aver definito quante e quali reti debbano essere decomposte e quali debbano essere le proporzioni tra reti nazionali e reti regionali e provinciali.

A combinazioni diverse di reti SFN e MFN (k-SFN), infatti, corrisponderanno valori molto diversi del numero di programmi nazionali e locali ricevibili dagli utenti.

Esaminiamo gli scenari estremi. Ipotizziamo di dedicare tutti i 55 canali (VHF e UHF) alle trasmissioni digitali e di trasmettere 4 programmi in ciascun multiplex. Lo scenario A, che massimizza il numero di programmi nazionali, corrisponde alla realizzazione di 55 mux SFN con un totale di 220 programmi nazionali non decomponibili in programmi regionali e locali; lo scenario B, che massimizza il numero di programmi locali irradiabili, corrisponde alla realizzazione di 13 mux MFN (che utilizzino 4 frequenze ciascuno) e di 3 mux SFN sui canali residui. I 13 mux MFN consentono di definire 52 programmi nazionali scalabili a 52x21=1092 programmi regionali. Di conseguenza, il numero totale di programmi irradiabili in ciascun bacino è pari a 64 (52+12). Di questi programmi, un terzo (pari a 22) saranno programmi locali mentre due terzi (pari a 42) saranno programmi nazionali. Evidentemente i 22 programmi locali dovranno essere ricavati da multiplex MFN.

Si osservi inoltre che, grazie alla decomponibilità locale della rete MFN a 4 frequenze, il limite teorico di programmi provinciali corrispondente ai 22 programmi locali MFN è di 22x103=1166 (22 programmi per provincia).



Come si vede, questi numeri sono di un ordine di grandezza superiore agli attuali e, probabilmente, irrealistici da un punto di vista economico.

Scenari di transizione al digitale

Appare quindi ragionevole tentare di individuare una soluzione di compromesso che utilizzi la lettera e lo spirito della legge 249 per giungere ad una corretta ripartizione delle risorse.

A tale proposito si osservi che la legge 249 riserva ".. almeno un terzo dei programmi irradiabili all'emittenza televisiva locale". Il concetto di "programmi irradiabili" deve essere quindi chiaramente definito per individuare il numero minimo di programmi locali.

Nel caso del Piano analogico le caratteristiche della generica rete a copertura nazionale sono univocamente definite; in particolare, è definito il numero (3) di frequenze necessario a realizzarla. Di conseguenza, il numero massimo di programmi irradiabili (programmi con aree di servizio equivalenti) è dato dal numero totale di frequenze diviso per il numero di frequenze necessarie a realizzare una rete (51/3=17).
Al contrario, il Piano digitale deve utilizzare una combinazione di reti con caratteristiche diverse (SFN, k-SFN, MFN) e quindi il numero massimo di programmi irradiabili deve essere definito in modo diverso.

Di seguito viene illustrato un criterio di scelta ottima della combinazione di reti in tre diversi scenari. In ciascuno degli scenari viene utilizzata la tipologia di rete non decomponibile a livello regionale e locale (per realizzare i programmi nazionali) e una tra le tre tipologie di reti nazionali decomponibili studiate dal Gruppo B (MFN a 4 frequenze, 2-SFN e 3-SFN) per i programmi locali. Il criterio di scelta delle combinazione di reti è basato sulla soluzione di un problema di ottimizzazione che ha l'obiettivo di massimizzare il numero dei programmi irradiabili mentre si rispetta il vincolo di legge sulla percentuale di programmi locali rispetto al totale dei programmi irradiabili. Questo criterio determina in modo univoco il numero di reti a servizio nazionale e locale una volta specificata la tipologia della rete utilizzata per il servizio locale (MFN a 4 frequenze, 2-SFN e 3-SFN).

Determinazione del numero di reti nazionali e locali

L'ipotesi base di questo modello è che il servizio nazionale e quello locale debbono essere assicurati da reti con caratteristiche diverse. In particolare, come osservato nel documento predisposto dal Gruppo B, il servizio locale (regionale, provinciale e di bacino) può essere garantito da reti MFN e da reti MFN integrate localmente con sotto-reti SFN (dette convenzionalmente k-SFN). Al contrario, il servizio nazionale può essere garantito da reti SFN (singola frequenza su tutto il territorio nazionale), MFN e k-SFN. Dal punto di vista dell'uso dello spettro è consigliabile l'uso di reti SFN per il servizio nazionale; infatti, con questo tipo di reti, la rete nazionale perde la possibilità di irradiare programmi locali (regionali, provinciali e di bacino), la proprietà cioè di essere decomponibile a livello locale, ma utilizza in modo più efficace lo spettro. Al contrario, una rete locale deve essere ricavata necessariamente da una rete MFN o k-SFN se si vuole che i suoi programmi siano differenziati a livello regionale, provinciale o di bacino.

Assumeremo quindi che nel Piano digitale siano contemplate due diverse tipologie di rete: una rete nazionale adatta ai programmi nazionali e una rete nazionale decomponibile a livello regionale o di bacino.

Detto N il numero di programmi realizzabili, sia k il numero di reti nazionali, h il numero di reti nazionali decomponibili a livello locale (regionale, provinciale o di bacino); sia inoltre f il numero di frequenze necessarie a realizzare una rete nazionale adatta ai programmi nazionali e F il numero di frequenze necessarie a realizzare una rete nazionale decomponibile fino a livello regionale (o di bacino).
Ipotizzando che ciascuna rete nazionale trasmette un multiplex di q programmi (q può variare da 1 a 6), il numero totale di programmi irradiabili può essere espresso come somma dei

programmi associati alle reti nazionali e dei programmi associati alle reti nazionali decomponibili a livello locale, ovvero: N=q(k + h).
Inoltre, se ipotizziamo la disponibilità di 55 frequenze nello spettro da pianificare, abbiamo 55= fk + Fh (ovvero che il numero totale di frequenze deve essere suddiviso tra k reti nazionali da f frequenze, e h reti locali da F frequenze).
Nel seguito si assumerà che 1< f<F (ovvero che il numero di frequenze utilizzate per una rete nazionale non decomponibile è minore del numero di frequenze utilizzate da una rete nazionale scalabile a livello locale) e quindi che la tipologia di rete nazionale non decomponibile sia diversa da quella nazionale decomponibile.
Considerato che i programmi locali (regionali e provinciali e di bacino) debbono essere realizzati utilizzando le h reti nazionali decomponibili a livello locale e che tali programmi debbono essere in numero maggiore di N/3, abbiamo il vincolo qh > N/3, ovvero, 3qh > N.

Ora, il sistema: **N = q(k + h)**
55 = fk + Fh
3qh ≥ N

ammette infinite soluzioni. Il nostro obiettivo è quello di individuare la soluzione che massimizza i programmi irradiabili, ovvero:

max N
N = q(k + h)
55 = fk + Fh
3qh ≥ N

Il precedente problema di Programmazione Lineare può essere facilmente risolto per sostituzione.
Infatti, dalla prima equazione otteniamo che:

$$h = \frac{N}{q} - k$$

Dalla seconda equazione ricaviamo il valore di k = 55/f – Fh/f che, sostituito nell'espressione di h, ci consente di scrivere h=N/q+Fh/f -55/f e, quindi:

$$h\left(1-\frac{F}{f}\right) = \frac{N}{q} - \frac{55}{f}$$

Di conseguenza, il valore di h in funzione dei parametri del problema e del numero di programmi irradiabili N è il seguente:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)}$$

•Numero di reti nazionali decomponibili a livello locale (regionale, provinciale o di bacino)

il valore di k è invece:

$$k = \frac{55q - Fh}{f}$$

•Numero di reti nazionali non decomponibilii

Sostituendo il valore di h nella terza disequazione otteniamo il problema di ottimizzazione semplificato:

$$\max N \quad \frac{165q - 3Nf}{(F - f)} \geq N$$

La soluzione del problema precedente, che fornisce il numero ottimo N di programmi irradiabili è:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)}$$

Scenario SFN + MFN a 4 frequenze

In questo scenario ipotizziamo che le reti nazionali non decomponibili siano realizzate con una rete SFN e che le reti nazionali decomponibili siano realizzate con una rete MFN a 4 frequenze (e, quindi, siano scalabili fino al singolo bacino).

Abbiamo quindi che q=4, F=4 (rete MFN a 4

Scenari di transizione al digitale

frequenze) e f=1 (rete SFN). Pertanto il numero dei programmi irradiabili in ciascun bacino è dato da:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)} + \frac{165 \times 4}{4 + 2 \times 1} = 110$$

mentre il numero di reti nazionali scalabili a livello di bacino (MFN) è:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)} = \frac{55 \times 4 - 110 \times 1}{4(4 - 1)} = \frac{110}{12} = 9$$

Numero di reti nazionali scalabili a livello locale

infine, il numero di reti nazionali non decomponibili (SFN)

$$h = \frac{55}{f} - \frac{Fh}{f} = 55 - 36 = 19$$

Numero di reti nazionali non scalabili

In conclusione, la soluzione ottima che rispetta i vincoli della legge 249 prevede **9 multiplex MFN** (per un totale di **36 programmi locali**) e **19 multiplex SFN** (per un totale di **76 programmi nazionali**).

Si noti che i 36 programmi locali possono corrispondere a 36 × 21 = 756 reti regionali ovvero a 36 × 103 = 3708 reti provinciali.

Scenario SFN+2-SFN

In questo scenario ipotizziamo che le reti nazionali non scalabili siano realizzate con una rete SFN mentre le reti nazionali scalabili sono realizzate con una rete 2-SFN a 2 frequenze (e, quindi, sono scalabili fino a livello regionale).

Abbiamo quindi che q = 4, F = 2 (rete 2-SFN) e f = 1 (rete SFN). Pertanto il numero dei programmi irradiabili in ciascun bacino è dato da:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)} + \frac{165 \times 4}{2 + 2 \times 1} = 165$$

mentre il numero di reti nazionali scalabili a livello regionale (2-SFN) è:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)} = \frac{55 \times 4 - 165 \times 1}{4(2 - 1)} = \frac{55}{4} = 13$$

Numero di reti nazionali scalabili a livello regionale.

infine, il numero di reti nazionali non decomponibili (SFN) è dato da

$$k = \frac{55}{f} - \frac{Fh}{f} = 55 - 26 = 29$$

Numero di reti nazionali non decomponibili

In conclusione, la soluzione ottima che rispetta i vincoli della Legge 249 prevede 1**3 multiplex 2-SFN** (per un totale di **52 programmi locali**) e **29 multiplex SFN** (per un totale di 1**16 programmi nazionali**).

Si noti che i 52 programmi locali possono corrispondere a 52 x 21 = 1092 reti regionali ovvero a 52 x 103 = 5356 reti provinciali.

Scenario SFN+3-SFN

In questo scenario ipotizziamo che le reti nazionali non scalabili siano realizzate con una rete SFN e che le reti nazionali scalabili siano realizzate con una rete 3-SFN a 3 frequenze (e, quindi, sono scalabili fino a livello regionale e sub-regionale).

Di conseguenza, abbiamo che q = 4, F = 3 (rete 3-SFN) e f = 1 (rete SFN). Pertanto il numero dei programmi irradiabili in ciascun bacino è dato da:

$$N = \frac{165q}{(F + 2f)} = \frac{165 \times 4}{3 + 2 \times 1} = 132$$

mentre il numero di reti nazionali scalabili a livello regionale e sub-regionale (3-SFN) è:

$$h = \frac{55q - Nf}{q(F - f)} = \frac{55 \times 4 - 132 \times 1}{4(3 - 1)} = \frac{88}{8} = 11$$

Numero di reti nazionali scalabili a livello regionale

infine, il numero di reti nazionali non decomponibili (SFN) è dato da

$$k = \frac{55}{f} - \frac{Fh}{f} = 55 - 33 = 22$$

Numero di reti nazionali non decomponibili

In conclusione, la soluzione ottima che rispetta i vincoli della legge 249 prevede 11 multiplex 3-SFN (per un totale di 44 programmi locali) e 22 multiplex SFN (per un totale di 88 programmi nazionali).

Si noti che i 44 programmi locali possono corrispondere a 44 x 21=924 reti regionali ovvero a 44 ¥ 103=4532 reti provinciali.

I risultati ottenuti sono esposti nella seguente tabella:

Scenari	Multiplex SFN	Multiplex MFN (k-SFN)	Programmi nazionali	Programmi per regione	Programmi regionali
Solo SFN	55		220		
Max MFN 4	3	13	42	22	462
SFN + MFN 4	19	9	76	36	756
SFN + 2-SFN	29	13	116	52	1092
SFN + 3-SFN	22	11	88	44	924

2.2.1 Utilizzo dei 4 canali resi disponibili dal Piano analogico

Per descrivere la possibile utilizzazione dei 4 canali resi disponibili dal Piano Analogico (9, 66, 67, 68) è sufficiente riprendere le formule del paragrafo precedente e sostituire al numero 55 (totale di canali disponibili) il numero 4. Il risultato è il seguente:

$$N = \frac{12q}{(F + 2f)}$$

• Numero totale di programmi irradiabili

$$h = \frac{4q - Nf}{(F - f)}$$

• Numero di reti nazionali decomponibili a livello locale (regionale, provinciale o di bacino)

$$h = \frac{4q - Nf}{(F - f)}$$

• Numero di reti nazionali non decomponibilii

Liste partecipanti

AER

AVV. MARCO ROSSIGNOLI
SIG. FABRIZIO BERRINI

ANIE

DOTT. DANIEL KRAUS
DOTT. MARIO PAGANI
ING. ALBERTO PIZZI
SIG. BRUNO VALERI
ING. STEFANO MARTINI
DOTT. ROBERTO LISOT
DOTT. AUGUSTO PEZZOTTA
DR.SSA MARCELLA QUATTROCCHI
ING. CIRO FRALICCIARDI
ING. EMILIO ZECHINI

ANTI

AVV. EUGENIO PORTA
SIG.RAELENA PORTA
SIG. CESARE CARANDO

ASSINFORM

DOTT. FEDERICO BARILLI
DOTT. TONIO DI STEFANO
DOTT. MARIO COMINETTI
ING. SECONDO MONTRUCCHIO

BETA TELEVISION S.P.A.

DOTT. SAURO VANNINI
SIG. PAOLO PIERINI

CNT

DOTT. CLAUDIO FEDERICO
ING. PAOLO DEL MASTRO
DOTT. ARTURO ULISANO

CONNA

DOTT. MARIO ALBANESI,
DOTT. BRUNO DE VITA
SIG. MASSIMO COLOMBO
SIG. GIANFRANCO LOVISOLO
SIG. GIULIANO MARSILI

CSELT S.P.A.

ING. CESARE MOSSOTTO
ING. LEONARDO CHIARIGLIONE
ING. MARIO GUGLIELMO

CORALLO SOC. COOP. A R. L.

DOTT. LUIGI BARDELLI
DOTT. PIETRO MARIA PUTTI

EUROSATELLITE

FONDAZIONE UGO BORDONI

ING. FRANCESCO FEDI
ING. VITTORIO BARONCINI
ING. MARIO FRULLONE
ING. PAOLO TALONE
ING. MARIA. MISSIROLI
ING. CRISTIANO. PASSERINI

FRT

DOTT. FILIPPO REBECCHINI
ING. MARCO MEZZETTI
SIG. DIEGO TONELLI
DOTT. STEFANO SELLI

ISCTI (ISTITUTO SUPERIORE DELLE COMUNICAZIONI E DELLE TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE)

ING. ANTONIO RICCIARELLI
ING. ANTONIO SALEMME
ING. ANGELO CANZIO

MEDIASET S.P.A.

DOTT.SSAGINANIERI
DOTT. VINCENZO PROCHILO
DOTT. CARLO MOMIGLIANO
DOTT. MANLIO CRUCIATTI
ING. ARNALDO CERATO
ING. ADRIANO BARZAGHI
ING GUIDO GENTILE
ING. STEFANO OPRENI

MINISTERO DELLE COMUNICAZIONI

ING. GIORGIO GUIDARELLI MATTIOLI
DOTT. CLAUDIO LORENZI
ING. BRUNO ARTEMISIO

RAI

PROF. FRANCESCO DE DOMENICO
ING. STEFANO CICCOTTI
DOTT. MARIO COMINETTI
DOTT. ANGELO TEODOLI
ING. ALBERTO MORELLO
ING. ROBERTO SERAFINI
ING. LUIGI ROCCHI
ING. MARCELLO PICCHIOTTI
ING STEFANO DEODORI
ING PAOLO FORNI
ING. GIUSEPPE CARERE

REA

DOTT. ANTONIO DIOMEDE

RETE A S.R.L.

DOTT. ROSARIO PACINI

STREAM S.P.A.

ING. ROBERTO MONTEMURRO
DOTT. TOMMASO MARIA LAZZARI
ING. MASSIMO CICARDO

TBS S.P.A.

DOTT. ROCCO MONACO
SIG. GIOVANNI APREA

TELE + S.R.L.

DOTT.SSADANIELA TALAMO
ING. NUNZIO CHIARIZIO
DOTT.SSA PAOLAFORMENTI
DOTT. FABIO INCUTTI
DOTT. ERIK LAMBERT
DOTT. GIUSEPPE VIMERCATI

TERZO POLO

DOTT. SALVATORE CINGARI
DOTT. CLAUDIO MAUGERI

TV INTERNAZIONALE S.P.A.

ING. GIAN MARIO POLACCO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

PROF. ANTONIO SASSANO

VALLAU ITALIANA PROMOMARKET S.R.L.

AVV. MARIO AMOROSO
ING. ANDREABRUNDI
DOTT. ITALO ELEVATI